Н. К. КРИВОНОСОВ

ЗАДАЧНИК ПО АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОРИЕНТИРОВКЕ



ВОЕНИЗДАТ
1939

Н. К. КРИВОНОСОВ

ЗАДАЧНИК ПО АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОРИЕНТИРОВКЕ



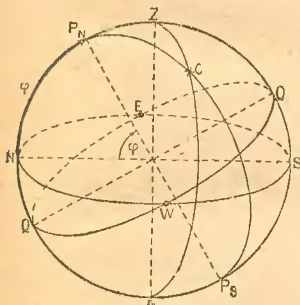
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАРКОМАТА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
МОСКВА — 1939

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ СВЕТИЛ

Общие сведения

Для решения задач, помещенных в данной главе, необходимо усвоить следующие определения и обозначения (рис. 1):



$NWSE$ — плоскость истинного горизонта,
QEQ_1W — плоскость небесного экватора,
Zn — вертикальная линия,
$P_S P_N$ — ось мира,
NS — полуденная линия,
N, S, E, W — точки севера, юга, востока и запада,
Z — зенит,
n — надир,
P_N и P_S — северный и южный полюсы мира,
$P_N CP_S$ — круг склонений светила,
ZCn — вертикал светила,
$ZP_N NnP_S S$ — небесный меридиан (меридиан наблюдателя),
C — светило,
φ — широта места.

Рис. 1. Основные точки, линии и круги на небесной сфере.

Небесная сфера — воображаемая произвольного радиуса сфера, центром которой является или центр земли, или место наблюдателя. Наблюдателю кажется, что все небесные светила расположены на поверхности этой сферы.

Вертикаль — линия, определяющая направление силы тяжести.

Зенит — точка, в которой вертикаль, продолженная вверх, пересекается с небесной сферой.

Надир — точка, противоположная зениту.

Истинный горизонт — большой круг на небесной сфере, плоскость которого перпендикулярна к вертикали. Плоскостью истинного горизонта небесная сфера делится на две части: надгоризонтную, в которой расположен зенит, и подгоризонтную, в которой расположен надир.

Вертикал — большой круг небесной сферы, проходящий через зенит наблюдателя.

Ось мира — диаметр, вокруг которого происходит кажущееся вращение небесной сферы (является продолжением земной оси в пространстве). Ось мира наклонена к истинному горизонту под углом, равным географической широте наблюдателя.

Полюсы мира — точки пересечения оси мира с небесной сферой. Аналогично земным полюсам различают северный и южный полюсы мира.

Полюс мира, находящийся в надгоризонтной части небесной сферы, называется повышенным, а находящийся в подгоризонтной части — пониженным.

Название повышенного полюса всегда соответствует названию широты места наблюдения; таким образом, если широта северная, то и повышенный полюс будет северным.

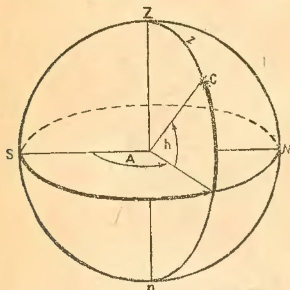


Рис. 2. Горизонтные координаты:

A — азимут светила, *h* — высота светила, *z* — зенитное расстояние светила.

Небесный экватор — большой круг на небесной сфере, плоскость которого перпендикулярна к оси мира.

Круг склонений (меридиан светила) — большой круг на небесной сфере, плоскость которого проходит через ось мира.

Меридиан наблюдателя (небесный меридиан) — большой круг на небесной сфере, проходящий через полюс и зенит наблюдателя.

Параллели суточного движения светил (небесные параллели) — малые круги на небесной сфере, параллельные небесному экватору.

Точки севера и юга — точки пересечения небесного меридиана с истинным горизонтом.

Полуденная линия — линия пересечения плоскости меридиана наблюдателя с плоскостью истинного горизонта.

Точки востока и запада — точки пересечения небесного экватора с истинным горизонтом.

Небесные координаты — величины, определяющие положение светила на небесной сфере.

В авиационной астрономии применяются две системы координат: горизонтная и экваториальная.

В горизонтной системе координат (рис. 2) основными кругами являются истинный горизонт и меридиан наблюдателя. Место светила на небесной сфере определяется относительно этих кругов двумя координатами: азимутом и высотой светила.

Азимут светила A — угол, составленный плоскостью небесного меридиана и плоскостью вертикала данного светила. Азимут измеряется дугой истинного горизонта от небесного меридиана до вертикала светила.

Отсчет азимутов ведется от южной части небесного меридиана (от точки юга) к востоку и западу от 0 до 180°.

Высота светила h — угол между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило. Высота измеряется дугой вертикала от истинного горизонта до светила от 0 до 90°.

Зенитное расстояние z — дуга вертикала от зенита до светила. Зенитное расстояние является дополнением высоты светила до 90°:

$$z = 90° - h.$$

В экваториальной системе координат (рис. 3) основными кругами являются небесный экватор и начальный круг склонений, проходящий через точку весеннего равноденствия (см. ниже). Место светила на небесной сфере определяется относительно этих кругов двумя координатами: склонением и прямым восхождением светила.

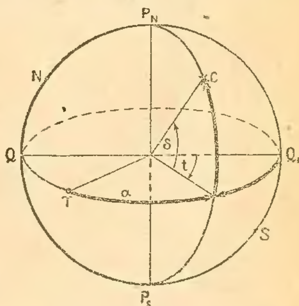


Рис. 3. Экваториальные координаты: δ — склонение светила, α — прямое восхождение светила, t — часовой угол светила.

Склонение светила δ — угловое расстояние от небесного экватора до светила. Склонение измеряется по дуге круга склонений от 0 до 90°. Склонение светила, лежащего в северном полушарии небесной сферы, считается положительным (+), а в южном полушарии — отрицательным (—).

Прямое восхождение светила α — дуга экватора от точки весеннего равноденствия до круга склонений светила.

Отсчет прямых восхождений ведется от точки весеннего равноденствия против часовой стрелки (если смотреть с северного полюса мира) от 0 до 360°, или от 0 до 24 час.

Часовой угол светила t — угол, составленный плоскостью меридиана наблюдателя с плоскостью круга склонений светила. Часовой угол измеряется дугой небесного экватора от южной части меридиана к западу от 0 до 360°, или от 0 до 24 час. Применяется также счет часовых углов к востоку и западу от южной части меридиана от 0 до 180°, или от 0 до 12 час. При этом часовой угол западный, больший 180°, в авиационной астрономии приходится переводить в восточный часовой угол, который является дополнением западного часового угла светила до 360°, например:

$$t = 290° = 70° E.$$

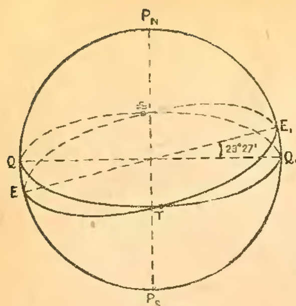


Рис. 4. Эклиптика:

E ♎ E_1 ♈ — эклиптика, ♈ — точка весеннего равноденствия, ♎ — точка осеннего равноденствия.

Кульминация светила — прохождение светила через меридиан наблюдателя. Кульминация, более близкая к зениту, называется верхней; при другом прохождении светила через меридиан кульминация называется нижней.

Эклиптика — большой круг на небесной сфере, по которому происходит кажущееся годовое движение Солнца (рис. 4). Наклон эклиптики к экватору равен 23° 27′.

Точка весеннего равноденствия находится на пересечении эклиптики с экватором. В этой точке Солнце бывает в момент весеннего равноденствия, т. е. при переходе из южного полушария небесной сферы в северное (21 марта).

§ 1. Графическое определение координат светил построением небесной сферы

Все задачи данного параграфа решаются графически, причем чертеж делается от руки и величина дуги откладывается на-глаз. Ответы вследствие этого также будут приближенными.

Для нахождения искомых координат по заданным надо прежде всего построить небесную сферу. Построение небесной сферы заключается в следующем:

1. Циркулем провести окружность произвольного радиуса. Эта окружность будет небесным меридианом.

2. Через центр окружности провести прямую (вертикаль) и обозначить сверху Z — зенит.

3. Перпендикулярно к вертикали построить большой круг истинного горизонта.

4. От зенита по небесному меридиану отложить (вправо или влево) дугу, равную $90° - \varphi$. Полученная точка будет повышенным полюсом мира. Дугу, равную $90° - \varphi$, откладывать вправо или влево от зенита с таким расчетом, чтобы западные светило находилось на той половине сферы, которая обращена к читателю; таким образом, если светило находится в западной части сферы, то повышенный полюс должен быть на чертеже слева от зенита; если светило в восточной части, то повышенный полюс — справа от зенита.

5. Через повышенный полюс и центр сферы провести прямую — ось мира.

На истинном горизонте отметить точки севера и юга.

6. Перпендикулярно к оси мира провести большой круг небесного экватора и отметить точки востока и запада.

Пример. На рис. 5 изображена небесная сфера для наблюдателя, находящегося на широте 60° N. К читателю обращена западная часть сферы.

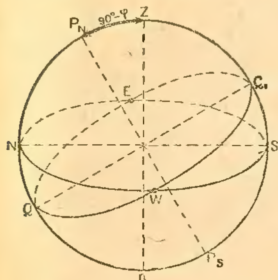


Рис. 5.

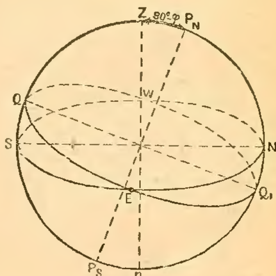


Рис. 6.

На рис. 6 изображена небесная сфера для наблюдателя, находящегося на широте 70° N. К читателю обращена восточная часть сферы.

ЗАДАЧИ

1. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте 50° N. К читателю должна быть обращена западная часть сферы.

2. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте 40° N. К читателю должна быть обращена восточная часть сферы.

3. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте 45° S. К читателю должна быть обращена западная часть сферы.

4. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте 55° S. К читателю должна быть обращена восточная часть сферы.

5. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе.

6. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на экваторе.

Для нахождения экваториальных координат по заданным горизонтным необходимо:

1. Построить небесную сферу для заданной широты места

2. Отложить от точки юга по истинному горизонту дугу, равную азимуту светила, и через полученную точку провести вертикал.

3. От истинного горизонта отложить по дуге вертикала заданную высоту светила. Полученная точка определит место светила на сфере.

4 Через полюсы мира и светило провести круг склонений светила; тогда дуга экватора от южной части меридиана до круга склонений светила будет искомым часовым углом, а дуга круга склонений от экватора до светила — искомым склонением светила.

Пример. Определить склонение и часовой угол светила, если азимут светила $A = 60^\circ$ W, высота светила $h = 50^\circ$ и широта места 60° N.

1. Построим небесную сферу (рис. 7), откладывая дугу $90^\circ - \varphi$ влево от зенита, так как необходимо, чтобы данное светило, имеющее азимут 60° W, находилось в той части небесной сферы, которая обращена к читателю (западная часть сферы).

2. От точки юга откладываем к западу дугу, равную 60° (азимуту).

3. Через полученную точку и зенит проводим вертикал светила.

4. От истинного горизонта откладываем дугу, равную 50° (высоте светила), и отмечаем место светила на сфере.

5. Через полюсы мира и светило проводим круг склонений; тогда дуга небесного экватора Q_1B, заключенная между южной частью небесного меридиана и кругом склонений светила, явится часовым углом светила $t \approx 40^\circ$ W; дуга же круга склонений BC есть склонение светила $\delta \approx 30^\circ$.

Для нахождения горизонтных координат по заданным экваториальным необходимо:

1. Построить небесную сферу для заданной широты места.

2. Отложить от южной части меридиана дугу небесного экватора, равную часовому углу светила, и через полученную точку провести круг склонений светила.

3. От небесного экватора отложить дугу круга склонений светила, равную склонению светила, и отметить место светила на сфере.

4. Через зенит и светило провести вертикал; тогда дуга истинного горизонта от точки юга до вертикала светила будет искомым азимутом светила, дуга же вертикала от истинного горизонта до светила будет искомой высотой светила.

Пример. Определить высоту и азимут светила, если часовой угол светила $t = 120^\circ$ E и склонение светила $\delta = 30^\circ$. Широта места 50° N.

1. Построим небесную сферу (рис. 8), откладывая дугу, равную $90^\circ - \varphi$, вправо от зенита, так как светило находится в восточной половине сферы.

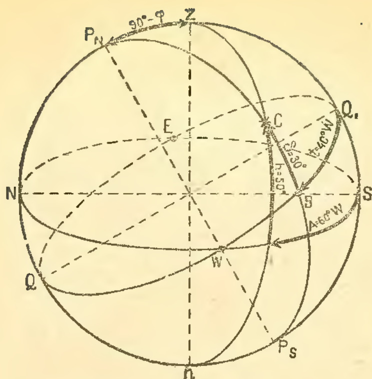


Рис. 7. Графическое определение горизонтных координат светила.

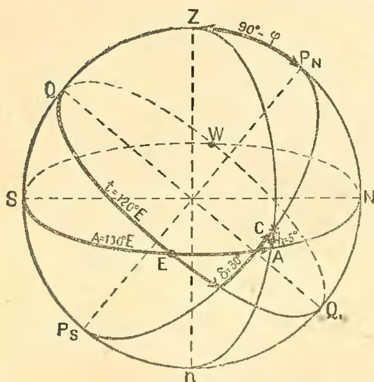


Рис. 8. Графическое определение экваториальных координат светила.

2. От южной части меридиана откладываем к востоку дугу экватора, равную 120° (часовой угол светила).

3. Через полученную точку и полюсы мира проводим круг склонений светила.

4. От небесного экватора откладываем дугу круга склонений светила, равную 30°, и отмечаем место светила на сфере.

5. Через зенит и светило проводим вертикал; тогда дуга истинного горизонта SA будет азимутом светила $A \approx 130°E$, дуга же вертикала AC — высотой светила $h \approx 5°$.

ЗАДАЧИ

7. В следующих примерах по данным: широте места, азимуту и высоте светила — определить склонение и часовой угол светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	60° N	45° N	20° N	35° N	40° N
Азимут светила	50° W	100° W	70° W	30° E	20° W
Высота светила	70°	10°	45°	50°	30°

8. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и часовому углу светила — определить высоту и азимут светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	40° N	67° N	55° N	60° N	30° N
Часовой угол светила	115° W	20° E	15° W	290° W	130° E
Склонение светила	20°	40°	—10°	50°	60°

9. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу и азимуту светила — определить склонение и высоту светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	60° N	50° N	30° N	40° N	45° N
Часовой угол светила	40° W	300° W	50° W	150° E	50° E
Азимут светила	110° W	60° E	30° W	45° E	120° E

10. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и высоте светила — определить часовой угол и азимут светила. Светило находится в западной половине сферы.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	40° N	60° N	50° N	60° N	45° N
Склонение светила	20°	15°	30°	60°	45°
Высота светила	15°	40°	20°	45°	60°

11. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу и высоте светила — определить склонение и азимут светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	35° N	65° N	40° N	50° N	70° N
Часовой угол светила	180°	30° W	50° E	240° W	160° W
Высота светила	20°	70°	50°	40°	45°

12. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и азимуту светила — определить часовой угол и высоту светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	40° N	50° N	60° N	70° N	55° N
Склонение светила	20°	15°	50°	40°	30°
Азимут светила	125° E	330° W	20° W	30° E	50° W

13. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу точки весеннего равноденствия, прямому восхождению и склонению светила — определить часовой угол, высоту и азимут светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	60° N	50° N	40° N	40° N	80° N
Часовой угол точки весеннего равноденствия	340° W	290° W	150° W	310° W	60° W
Прямое восхождение светила	60°	20°	50°	90°	10°
Склонение светила	—15°	65°	30°	40°	—5°

§ 2. Определение высоты светила в момент кульминации. Определение широты места по высоте кульминирующего светила

Высота светила в момент кульминации и широта места по высоте кульминирующего светила определяются по формулам:

когда $\varphi > \delta$, $$h = (90^\circ - \varphi) + \delta; \quad (1)$$

когда $\varphi < \delta$, $$h = (90^\circ - \delta) + \varphi. \quad (2)$$

Эти формулы относятся к моментам верхней кульминации светил.

Когда $\varphi > \delta$, светило кульминирует к югу от зенита; когда $\varphi < \delta$, светило кульминирует к северу от зенита.

Для случаев нижней кульминации расчет ведется по формуле:

$$h = \varphi - (90^\circ - \delta). \quad (3)$$

Пример 1. Определить высоту светила в момент верхней кульминации, если широта места $\varphi = 50^\circ$ и склонение светила $\delta = 20^\circ$.

По формуле (1) получаем:

$$h = 90^\circ - 50^\circ + 20^\circ = 60^\circ.$$

Кульминация к югу от зенита.

Пример 2. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации равна 58°, а склонение светила $\delta = 32^\circ$. Кульминация к югу от зенита.

По формуле (1) получаем:

$$\varphi = 90^\circ - 58^\circ + 32^\circ = 64^\circ.$$

Для решения некоторых задач данного параграфа необходимо знать склонение Солнца в дни весеннего и осеннего равноденствий и в дни летнего и зимнего солнцестояний.

Склонение Солнца в эти дни имеет следующие значения:

21 марта	$\delta = 0^\circ$.
22 июня	$\delta = +23^\circ 27'$.
23 сентября	$\delta = 0^\circ$.
22 декабря	$\delta = -23^\circ 27'$.

При решении задач, в которых даны названия звезд, координаты этих звезд следует брать из приложения I.

Для определения широты пунктов, указанных в задачах, пользоваться приложением III.

Для того чтобы определить, какие светила в северном полушарии будут незаходящими, необходимо помнить, что:

а) незаходящие светила имеют положительное склонение, по своей величине большее $90^\circ - \varphi$;

б) невосходящие светила имеют отрицательное склонение, по своей величине большее $90^\circ - \varphi$.

14. Определить высоту светила в верхней кульминации на широте 52° N.

Склонение светила 28°.

15. Определить высоту светила в верхней кульминации на широте 34° N.

Склонение светила 78°.

16. Определить высоту светила в нижней кульминации на широте 62° N.

Склонение светила 40°.

17. Определить высоту звезды Дубхе в момент верхней кульминации в Москве.

18. Определить высоту звезды Денеб в момент верхней кульминации в Батуми.

19. Определить, на какой высоте кульминирует звезда Сириус в Ленинграде.

20. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна 50°.

Склонение светила 20°.

21. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна 40°.

Склонение светила 70°.

22. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна 60°40′.

Склонение светила 30°18′.

23. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна 68°15′.

Склонение светила 47°54′.

24. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна 69°48′.

Склонение светила 58°22′.

25. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна 20°45′.

Склонение светила —15°50′.

26. Определить широту места, если высота звезды Вега в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна 76°28′.

27. Определить широту места, если высота звезды Мирак в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна 72°56′.

28. Определить широту места, если высота звезды Капелла в момент нижней кульминации равна 8°58′.

29. Определить, будет ли незаходящей звезда Дубхе в Севастополе.

30. Определить, под какой широтой становится незаходящей звезда Капелла.

31. Определить, под какой широтой становится заходящей звезда Дубхе.

32. Определить, какое склонение должны иметь звезды, проходящие через зенит в Хабаровске.

33. Высота звезды во время верхней кульминации к югу от зенита в Москве равна 41°36′.

Определить склонение звезды и ее название.

34. Высота звезды во время верхней кульминации к северу от зенита в Хабаровске равна 76°23′.

Определить склонение звезды и ее название.

35. Зенитное расстояние светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равно 10°; зенитное расстояние в момент нижней кульминации 80°.

Определить широту места и склонение светила.

36. Высота звезды в момент верхней кульминации (к северу от зенита) в Москве равна 83°43′. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна 67°55′.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название.

37. Высота звезды в момент верхней кульминации (к югу от зенита) в Минске равна 64°17′. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна 68°11′.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название

38. Высота звезды в момент нижней кульминации в Мурманске равна 17°43′. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна 8°44′.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название.

39. Определить наибольшую меридиональную высоту, на которую может подняться Солнце в Ленинграде.

40 Определить наименьшую меридиональную высоту, на которую может подняться Солнце в Москве.

41. Определить наибольшие и наименьшие меридиональные высоты, на которые Солнце может подняться в Батуми.

42. Определить наибольшую и наименьшую меридиональные высоты, на которые может подняться Солнце на Северном полюсе и на экваторе.

43. Определить широту, на которой полуденная высота Солнца 22 июня равна 52°40′.

44. Определить полуденную высоту Солнца в Киеве 21 марта.

45. Определить, на каких широтах 22 июня Солнце не заходит.

46. Определить, на каких широтах 22 июня Солнце проходит через зенит.

47. Около 1 000 лет до нашей эры, в день летнего солнцестояния, определили зенитное расстояние Солнца в полдень, равное 10°53′, а в день зимнего солнцестояния — зенитное расстояние, равное 58°41′.

Какое было тогда наклонение эклиптики к экватору и под какой широтой сделано наблюдение?

Глава II

СЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ

Общие сведения

В авиационной астрономии приходится иметь дело со следующими системами счисления времени: звездное время, истинное солнечное время, среднее солнечное время, поясное время.

На практике часто приходится моменты времени, выраженные в одной системе, переводить в другие

Звездное время S. За единицу измерения времени принята продолжительность одного оборота Земли вокруг своей оси. Эта единица называется звездными сутками. Так как вращение Земли обусловливает кажущееся вращение небесного свода, то промежуток времени между двумя последовательными прохождениями какой-либо точки небесной сферы через меридиан наблюдателя будет равен продолжительности оборота Земли вокруг своей оси. В качестве такой точки на небесной сфере взята точка весеннего равноденствия; промежуток времени между двумя последовательными кульминациями точки весеннего равноденствия называется *звездными сутками.*

За начало звездных суток принята верхняя кульминация точки весеннего равноденствия. Звездное время в каждый данный момент для данного меридиана есть часовой угол точки весеннего равноденствия:

$$S = t_{\gamma},$$

где S — звездное время,

t_{γ} — часовой угол точки весеннего равноденствия

Звездное время также равно прямому восхождению кульминирующего светила.

Звездное время даты не имеет; поэтому при вычислениях, когда звездное время получается большим 24 час., во внимание принимается лишь избыток сверх 24 час.

Истинное солнечное время V. В обыденной жизни за единицу измерения времени принимают продолжительность суточного обращения Солнца.

Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями истинного Солнца называется *истинными солнечными сутками.*

Истинное солнечное время в каждый данный момент есть часовой угол истинного Солнца:

$$V = t_{\odot},$$

где V — истинное солнечное время,

$t_{\odot}$ — часовой угол истинного Солнца.

Часовой угол истинного Солнца изменяется неравномерно; поэтому продолжительность истинных солнечных суток не является величиной постоянной.

Среднее солнечное время Т. Для того чтобы избежать неудобств, связанных со счетом времени по истинному Солнцу, принимают, что некоторая точка, выходя одновременно с истинным Солнцем из точки весеннего равноденствия, движется вполне равномерно по небесному экватору и заканчивает свой годичный путь вместе с истинным Солнцем. Такая точка называется *средним солнцем.*

Промежуток времени между двумя последовательными кульминациями среднего солнца называется *средними солнечными сутками.* За начало средних солнечных суток принят момент нижней кульминации среднего солнца — средняя полночь. Следовательно, среднее солнечное время равно часовому углу среднего солнца плюс или минус 12 час.:

$$T = t_m \pm 12 \text{ час.},$$

где T — среднее солнечное время,

t_m — часовой угол среднего солнца.

Среднее солнечное время называют просто средним временем.

Местное время — время на меридиане пункта наблюдения. Местное время может быть звездным и солнечным.

Местное время для всех пунктов, лежащих на одном меридиане, одинаково.

Разность местных времен двух пунктов равна разности географических долгот этих пунктов.

Гринвичское время — местное время на меридиане Гринвича.

Поясное время — местное среднее время среднего меридиана часового пояса, распространяется на все пункты, лежащие в данном поясе. Поясное время в пунктах, лежащих в смежных поясах, отличается на 1 час.

Разность поясных времен равна разности номеров поясов.

§ 3. Перевод дуги во время и обратно

Для перевода часовых углов, выраженных в градусах, в углы, выраженные в часах, или обратно необходимо пользоваться следующим соотношением:

24 час. = 360°		360° = 24 час.
1 час = 15°	или	1° = 4 мин.
1 мин. = 15′		1′ = 4 сек.
1 сек. = 15″		1″ = 0,067 сек.

Для перевода угла (дуги) из градусных мер в часовые необходимо:

1. Из числа градусов делением их на 15 выделить целое число часов.
2. Остаток градусов умножить на 4 и получить минуты времени.
3. Из числа минут дуги делением их на 15 выделить целое число минут времени.
4. Остаток минут дуги умножить на 4 и получить секунды времени.
5. Секунды дуги разделить на 15 и получить дополнительное число секунд времени.

Остаток секунд дуги, меньший 8, отбросить, больший 8 — считать за одну секунду времени.

Пример. Часовой угол, равный 276°47′55″, перевести во время.

По приведенному соотношению получаем:

270°	18 час.
6°	24 мин.
45′	3 мин.
2′	8 сек.
45″	3 сек.
10″	1 сек.
276°47′55″	= 18 ч. 27 м. 12 с.

Для перевода угла, выраженного во времени, в градусные меры необходимо:

1. Умножить часы на 15 и получить градусы.
2. Разделить минуты времени на 4 и выделить целые градусы.
3. Остаток минут времени умножить на 15 и получить минуты дуги.
4. Разделить секунды времени на 4 и выделить минуты дуги.
5. Остаток секунд времени умножить на 15 и получить секунды дуги.

В авиационной аотрономии часовые углы определяются с точностью до 1′; поэтому полученное число секунд дуги обычно округляют до 1′.

Пример. Часовой угол, равный 18 ч. 27 м. 12 с., перевести в дугу.

18 час.	270°
24 мин.	6°
3 мин.	45′
12 сек.	3′
18 ч. 27 м. 12 с.	= 276°48′

Для облегчения перевода пользуются вспомогательными таблицами (приложение II).

Пример. Часовой угол, равный 157°48′, перевести во время.

Отыскиваем по таблице приложения II число 157, равное числу градусов.

Затем вверху, в этом же столбце, находим число часов, равное 10, и от него слева в той же строке находим число минут, равное 28.

Точно так же переводим и минуты дуги, получая вверху в столбце — 3 мин., а слева в той же строке — 12 сек.

Следовательно,

$$t \quad 157^\circ 48' = 10 \text{ ч. } 28 \text{ м.} + 3 \text{ м. } 12 \text{ с.} = 10 \text{ ч. } 31 \text{ м. } 12 \text{ с.}$$

Перевод времени в дугу производится в обратном порядке.

ЗАДАЧИ

48. Перевести во время с точностью до 1 сек. следующие часовые углы:

1. 68°57′.	6. 14°39′.
2. 127°13′.	7. 197°51′.
3. 352°19′.	8. 329°42′.
4. 249°37′.	9. 154°16′.
5. 118°45′.	10. 89°53′.

49. Перевести в дугу с точностью до 1′ следующие часовые углы:

1. 3 ч. 18 м. 17 с.	6. 11 ч. 34 м. 16 с.
2. 12 ч. 36 м. 29 с.	7. 17 ч. 13 м. 02 с.
3. 8 ч. 12 м. 44 с.	8. 23 ч. 08 м. 50 с.
4. 17 ч. 25 м. 06 с.	9. 15 ч. 40 м. 20 с.
5. 21 ч. 54 м. 47 с.	10. 19 ч. 28 м. 11 с.

§ 4. Перевод гринвичского времени в местное время и обратно. Определение долготы по разности местных времен

Для перевода гринвичского времени в местное и обратно следует пользоваться следующими формулами:

$$T_м = T_{гр} + \lambda E; \quad S_м = S_{гр} + \lambda E;$$
$$T_м = T_{гр} - \lambda W; \quad S_м = S_{гр} - \lambda W.$$

Здесь $T_м$ — местное среднее время,
$T_{гр}$ — гринвичское среднее время,
$S_м$ — местное звездное время,
$S_{гр}$ — гринвичское звездное время.

Такое же соотношение сохраняется и для часовых углов:

$$t_м = t_{гр} + \lambda E; \quad t_м = t_{гр} - \lambda W.$$

Если при переводе среднее время (местное или гринвичское) окажется большим 24 час., то необходимо из полученной суммы

вычесть 24 часа. Результат определит время следующего календарного числа. Если же окажется, что вычитаемая долгота больше среднего времени, то к данному среднему времени необходимо прибавить 24 часа и затем сделать вычитание, в результате чего получится среднее время предыдущего календарного числа.

Если дано звездное время или часовые углы светила, то поступают таким же порядком, не обращая внимания на дату.

Приведенная формула верна только для часовых углов, считаемых от 0 до 360°; если же дан восточный часовой угол, то его необходимо перевести сначала в западный и после этого делать расчет по формуле. Долгота берется всегда от гринвичского меридиана.

Пример 1. Гринвичское среднее время — 20 ч. 38 м.

Определить местное среднее время для пункта, долгота которого равна 2 ч. 20 м. E.

Местное среднее время будет равно:

$$T_м = 20 \text{ ч. } 38 \text{ м.} + 2 \text{ ч. } 20 \text{ м.} = 22 \text{ ч. } 58 \text{ м.}$$

Пример 2. Гринвичское звездное время — 20 ч. 32 м.

Определить местное звездное время для пункта, долгота которого равна 7 ч. 08 м. E.

Местное звездное время будет равно:

$$S_м = 20 \text{ ч. } 32 \text{ м.} + 7 \text{ ч. } 08 \text{ м.} = 27 \text{ ч. } 40 \text{ м.} = 3 \text{ ч. } 40 \text{ м.}$$

Пример 3. Местное среднее время — 11 ч. 13 м. Долгота места — 9 ч. 52 м. W.

Определить гринвичское среднее время.

Гринвичское среднее время будет равно:

$$T_{гр} = 11 \text{ ч. } 13 \text{ м.} + 9 \text{ ч. } 52 \text{ м.} = 21 \text{ ч. } 05 \text{ м.}$$

Пример 4. Местное звездное время — 7 ч. 48 м. Долгота места — 9 ч. 12 м. E.

Определить гринвичское звездное время.

Гринвичское звездное время будет равно:

$$S_{гр} = 7 \text{ ч. } 48 \text{ м.} - 9 \text{ ч. } 12 \text{ м.} = 31 \text{ ч. } 48 \text{ м.} - 9 \text{ ч. } 12 \text{ м.} = 22 \text{ ч. } 36 \text{ м.}$$

Пример 5. Местное среднее время — 3 ч. 15 м. Гринвичское среднее время — 5 ч. 28 м.

Определить долготу места.

Долгота места будет:

$$5 \text{ ч. } 28 \text{ м.} - 3 \text{ ч. } 15 \text{ м.} = 2 \text{ ч. } 13 \text{ м. W.}$$

Пример 6. Местное звездное время — 14 ч. 42 м. Гринвичское звездное время — 7 ч. 14 м.

Определить долготу места.

Долгота места будет:

$$14 \text{ ч. } 42 \text{ м.} - 7 \text{ ч. } 14 \text{ м} = 7 \text{ ч. } 28 \text{ м. E.}$$

50. В следующих примерах по гринвичскому среднему времени и долготе места найти среднее местное время.

№ примера / Данные	1	2	3	4
		22 декабря		31 июля
Гринвичское среднее время	13 ч. 58 м. 15 с.	22 ч. 41 м. 32 с.	8 ч. 35 м. 08 с.	1 ч. 15 м. 00 с.
Долгота места	3 ч. 16 м. 12 с. E	3 ч. 15 м. 24 с. E	0 ч. 12 м. 32 с. W	3 ч. 49 м. 52 с. W

51. В следующих примерах по гринвичскому звездному времени и долготе места найти местное звездное время.

№ примера / Данные	1	2	3	4
Гринвичское звездное время	6 ч. 18 м. 54 с.	19 ч. 58 м. 14 с.	13 ч. 42 м. 37 с.	7 ч. 06 м. 11 с.
Долгота места	8 ч. 27 м. 40 с. E	7 ч. 33 м. 16 с. E	6 ч. 17 м. 20 с. W	10 ч. 12 м. 44 с. W

52. В следующих примерах по гринвичскому часовому углу светила и долготе места определить местный часовой угол светила.

Если местный часовой угол окажется больше 180°, перевести его в восточный часовой угол (взять дополнение до 360°).

№ примера / Данные	1	2	3	4
Гринвичский часовой угол	39°14′ W	213°47′ W	26°18′ E	152°25′ E
Долгота места	8 ч. 15 м. 24 с. E	7 ч. 28 м. 40 с. E	3 ч. 39 м. 04 с. W	11 ч. 12 м. 12 с. W

53. В следующих примерах по местному среднему времени и долготе места найти гринвичское среднее время.

№ примера / Данные	1	2	3	4
		23 марта		13 сентября
Местное среднее время	8 ч. 18 м. 28 с.	8 ч. 17 м. 31 с.	11 ч. 13 м. 47 с	20 ч. 20 м. 00 с.
Долгота места	5 ч. 09 м. 16 с. E	9 ч. 36 м. 30 с. E	9 ч. 12 м. 44 с. W	6 ч. 30 м. 12 с. W

54. В следующих примерах по местному звездному времени и гринвичскому звездному времени определить долготу места.

№ примера / Данные	1	2	3	4
Местное звездное время	12 ч. 16 м. 14 с.	23 ч. 38 м. 45 с	3 ч. 56 м. 04 с	19 ч. 49 м. 16 с.
Гринвичское звездное время	8 ч. 32 м. 43 с.	16 ч. 18 м. 49 с.	6 ч. 18 м. 35 с.	4 ч. 13 м. 15 с.

55. В следующих примерах по местному часовому углу светила и гринвичскому часовому углу светила определить долготу места.

№ примера / Данные	1	2	3	4
Местный часовой угол светила	250°48′ W	112°35′ E	162°52′ W	187°27′ W
Гринвичский часовой угол светила	150°36′ E	230°14′ W	162°52′ E	174°03′ E

56. Найти местное среднее время в Ленинграде, если в Иркутске $T_м = 12$ ч. 47 м.

57. Найти местное среднее время в Хабаровске, если в Москве $T_м = 14$ ч. 56 м.

58. Найти местное среднее время в Минске, если в Чите 19 мая $T_м = 4$ ч. 28 м.

59. Найти местное среднее время в Токио, если во Владивостоке 8 марта $T_м = 23$ ч. 49 м.

60. Найти местное среднее время в Бресте, если в Киеве $T_м$ = 22 ч. 48 м.

61. Найти гринвичское среднее время, если местное время в Смоленске равно 18 ч. 48 м.

§ 5. Перевод поясного времени в местное среднее время и обратно

При переводе поясного времени в местное среднее время пользуются формулой:

$$T_м = T_п - N^ч \pm \lambda_W^E,$$

где $T_м$ — местное среднее время,

$T_п$ — поясное время,

$N^ч$ — номер часового пояса,

λE — восточная долгота от Гринвича,

λW — западная долгота от Гринвича.

Приведенная формула предполагает счет часовых поясов от 0 до 24 к востоку от Гринвича.

Пример 1 Поясное время — 12 ч. 13 м. 47 с. Долгота места — 2 ч. 30 м. E. Номер пояса — 3.

Определить местное среднее время.

Местное среднее время будет:

12 ч. 13 м. 47 с. — 3 ч. 00 м. + 2 ч. 30 м. = 11 ч. 43 м. 47 с.

Пример 2. Поясное время — 16 ч. 30 м. 40 с. Долгота места — 5 ч. 45 м. W. Номер пояса — 19.

Определить местное среднее время.

Местное среднее время будет:

16 ч. 30 м. 40 с. — 19 ч. 00 м. — 5 ч. 45 м. = 40 ч. 30 м. 40 с. — — 19 ч. 00 м. — 5 ч. 45 м. = 15 ч. 45 м. 40 с.

При переводе местного среднего времени в поясное пользуются той же формулой.

Пример 1. Местное среднее время — 18 ч. 36 м. Долгота места — 1 ч. 28 м. E. Номер пояса — 2.

Найти поясное время.

Поясное время будет:

$T_п$ = 18 ч. 36 м. — 1 ч. 28 м. + 2 ч. 00 мин. = 19 ч. 08 м.

Пример 2. Местное среднее время — 9 ч 40 м. Долгота места — 3 ч. 20 м. W. Номер пояса — 21.

$T_п$ = 9 ч. 40 м. + 3 ч. 20 м. + 21 ч. 00 м. = 34 ч. 00 м. = 10 ч. 00 м.

Для перевода поясного времени в декретное необходимо к поясному времени прибавить один час.

62. В следующих примерах перевести поясное время в местное среднее время

№ примера / Данные	1	2	3	4
Поясное время	2 ч. 11 м. 18 с.	14 ч. 23 м. 48 с.	6 ч. 17 м. 08 с.	11 ч. 42 м. 14 с.
Долгота места	38°12′ E	56°24′ E	98°17′ E	52°30′ W
Номер часового пояса	3	4	7	20

63. В следующих примерах перевести местное среднее время в поясное.

№ примера / Данные	1	2	3	4
Местное среднее время	14 ч. 18 м. 06 с.	22 ч. 24 м. 36 с.	5 ч. 47 м. 18 с.	9 ч. 54 м. 22 с.
Долгота места	45°15′ E	28°14′ E	106°32′ E	167°10′ W
Номер часового пояса	3	2	7	13

64. Определить гринвичское время, если декретное время в Москве 12 ч. 18 м.

65. Определить гринвичское время, если декретное время в Тюмени 18 ч. 19 м.

66. Определить гринвичское время, если декретное время в Сталинграде 22 ч. 18 м.

67. Определить декретное время в Херсоне, если гринвичское время 12 ч. 06 м.

68. Определить декретное время в Свердловске, если гринвичское время 6 ч. 27 м.

69. Определить декретное время в Одессе, если гринвичское время 4 ч. 15 м.

70. Определить местное среднее время в Калинине, если декретное время в Омске 18 ч. 24 м.

71. Определить местное среднее время в Хабаровске, если декретное время в Смоленске 5 ч. 48 м.

72. Определить местное среднее время в Житомире, если декретное время в Ульяновске 16 ч. 52 м.

73. Определить местное среднее время во Владивостоке, если декретное время в Рязани 16 ч. 19 м.

74. Определить декретное время в Витебске, если местное среднее время в Иркутске 12 ч. 07 м.

75. Определить декретное время в Красноярске, если местное среднее время в Николаеве 11 ч. 18 м.

76. Определить декретное время в Орше, если местное среднее время в Тбилиси 3 ч. 19 м.

77. Определить декретное время в г. Чкалове (Чкаловской обл.), если местное среднее время в Туле 8 ч. 11 м.

§ 6. Определение звездного времени по часовому углу и прямому восхождению светила

В астрономии имеется основная формула времени, устанавливающая зависимость между звездным временем, прямым восхождением и часовым углом какого-либо светила. Эта формула читается так: *звездное время в любой момент равно часовому углу светила плюс его прямое восхождение.*

$$S = t + \alpha,$$

где S — звездное время,

t — часовой угол светила,

α — прямое восхождение светила.

Данная формула справедлива для всякого светила и любой точки небесной сферы. Все задачи данного параграфа решаются по приведенной формуле, причем предполагается, что часовые углы отсчитываются от 0 до 24 час.; поэтому, если в задаче дается восточный часовой угол, то необходимо сначала его обратить в западный, а затем уже вводить в формулу.

Если получится, что сумма $(t + \alpha)$ больше 24 час., то надо от нее отнять 24 часа, и результат будет звездным временем.

Если же при расчете часового угла t получится, что $S < \alpha$, то к величине S надо прибавить 24 часа и затем вычитать α.

При решении некоторых задач данного параграфа необходимо координаты звезд брать в приложении I.

Кроме того, при решении некоторых задач необходимо помнить, что звездное время равняется прямому восхождению кульминирующего светила.

Пример 1. Часовой угол светила — 18 ч. 19 м. 13 с. Прямое восхождение светила — 11 ч. 39 м. 17 с.

Определить звездное время.

Звездное время будет:

$$18 \text{ ч. } 19 \text{ м. } 13 \text{ с.} + 11 \text{ ч. } 39 \text{ м. } 17 \text{ с.} = 29 \text{ ч. } 58 \text{ м. } 30 \text{ с.} = 5 \text{ ч, } 58 \text{ м. } 30 \text{ с,}$$

Пример 2. Звездное время — 19 ч. 49 м. 15 с. Прямое восхождение светила — 2 ч. 38 м. 03 с.

Определить часовой угол светила.

Часовой угол будет:

19 ч. 49 м. 15 с. — 2 ч. 38 м. 03 с. = 17 ч. 11 м. 12 с. W =
= 6 ч. 48 м. 48 с. E.

ЗАДАЧИ

78. В следующих примерах по часовому углу светила и прямому восхождению найти звездное время.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.
Часовой угол светила . .	13 32 15 W	6 48 19 E	20 06 36 W	3 50 45 E	18 24 30 W
Прямое восхождение светила	4 12 49	6 14 27	15 24 40	11 56 09	3 08 16

79. В следующих примерах по звездному времени и прямому восхождению светила найти часовой угол светила. Если полученный часовой угол окажется больше 12 час., то его надо перевести в восточный.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.
Звездное время	20 58 02	14 28 56	22 11 18	5 35 14	10 20 40
Прямое восхождение светила	2 14 17	12 38 46	1 50 00	14 18 30	19 13 46

80. В следующих примерах по звездному времени и часовому углу светила найти прямое восхождение светила.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.
Звездное время	17 20 40	4 16 48	12 39 22	21 05 50	8 42 15
Часовой угол светила . .	14 13 47 W	11 15 13 E	17 52 40 W	0 45 35 E	6 18 54 W

81. Найти местный часовой угол светила на меридиане 39°48′ E, если гринвичское звездное время 14 ч. 19 м. 49 с. и прямое восхождение светила 20 ч. 14 м. 15 с.

82. Найти местный часовой угол светила на меридиане 42°56′ E, если гринвичское звездное время 8 ч. 26 м. 37 с. и прямое восхождение светила 4 ч. 21 м. 14 с.

83. Найти местный часовой угол светила на меридиане 6°18′ W, если гринвичское звездное время 20 ч. 15 м. 28 с. и прямое восхождение светила 7 ч. 08 м. 27 с.

84. Найти местный часовой угол звезды Капелла на меридиане 45°49′ E, если гринвичское звездное время 8 ч. 14 м. 24 с.

85. Найти местный часовой угол звезды Вега на меридиане 148°08′ E, если гринвичское звездное время 0 ч. 57 м. 49 с.

86. Найти гринвичский часовой угол светила, если на долготе 60°15′ E местное звездное время 15 ч. 18 м. 44 с. и прямое восхождение светила 11 ч. 12 м. 13 с.

87. Найти гринвичский часовой угол светила, если на долготе 38°21′ E местное звездное время 18 ч. 52 м. 16 с. и прямое восхождение светила 8 ч. 04 м. 14 с.

88. Найти гринвичский часовой угол светила, если на долготе 8°12′ W местное звездное время 13 ч. 29 м. 48 с. и прямое восхождение светила 9 ч. 19 м. 28 с.

89. Найти гринвичский часовой угол звезды Арктур, если в Ленинграде местное звездное время 21 ч. 18 м. 45 с.

90. Найти гринвичский часовой угол звезды Бетельгейзе, если в Минске местное звездное время 20 ч. 40 м. 52 с.

91. Определить, через какой промежуток звездного времени после верхней кульминации звезды Капелла наступит верхняя кульминация звезды Вега.

92 Определить местное звездное время в Москве в момент верхней кульминации звезды Регул на меридиане Гринвича.

93. Определить местное звездное время в Калуге в момент нижней кульминации звезды Дубхе на меридиане Гринвича.

94. Определить гринвичское звездное время в момент верхней кульминации звезды Ригель в Батуми.

95. Определить гринвичское звездное время в момент нижней кульминации звезды Кастор в Воронеже.

96. Определить долготу пункта, если в момент местного звездного времени данного пункта 8 ч. 12 м. 14 с. звезда Капелла кульминирует на меридиане Гринвича (кульминация верхняя).

97. Определить долготу пункта, если в момент местного звездного времени данного пункта 16 ч. 41 м. 36 с. звезда Ригель кульминирует на меридиане Гринвича (кульминация нижняя).

98. Определить долготу пункта, если в момент гринвичского звездного времени 5 ч. 13 м. 53 с. звезда Процион кульминирует на меридиане данного пункта (кульминация верхняя).

99. Определить долготу пункта, если в момент гринвичского звездного времени 0 ч. 12 м. 52 с. звезда Арктур кульминирует на меридиане данного пункта (кульминация нижняя).

Задачи 100—108 решаются графически (приближенно) путем построения небесной сферы. Порядок решения задач следующий:

1) построить небесную сферу;

2) по данному азимуту и высоте светила нанести светило на сферу;

3) определить приближенно (по чертежу) часовой угол светила;

4) по формуле $S = t + \alpha$ найти S или α.

Пример. Дано: $\varphi = 50°$ N; $\alpha = 3$ часа; $A = 120°$ W; $h = 30°$. Найти звездное время для данного момента.

1) Построив небесную сферу и нанеся по заданным горизонтным координатам светило на сферу, определяем часовой угол светила $t = 90°$ W.

2) Переводим часовой угол в дугу:

$$t = 90° \text{ W} = 6 \text{ час.}$$

3) Находим

$$S = t + \alpha = 6 \text{ час.} + 3 \text{ час.} = 9 \text{ час.}$$

Если требуется определить горизонтные координаты, то задачи решаются в следующем порядке:

1) найти часовой угол светила по формуле $t = S - \alpha$;

2) построить небесную сферу;

3) по часовому углу светила и склонению нанести светило на сферу;

4) определить на чертеже горизонтные координаты светила.

Пример. Дано: $\varphi = 60°$ N; $S = 14$ час.; $\alpha = 10$ час.; $\delta = 20°$. Найти азимут и высоту светила.

1) Находим

$$t = S - \alpha = 14 \text{ час.} - 10 \text{ час.} = 4 \text{ часа.}$$

2) Переводим полученный часовой угол в дугу:

$$t = 4 \text{ час.} = 60° \text{ W.}$$

3) Построив небесную сферу и нанеся по полученным экваториальным координатам светило на сферу, находим:

$$A = 75° \text{ W};$$
$$h = 30°.$$

100. Дано: $\varphi = 40°$ N; $\alpha = 7$ час.; $A = 140°$ E; $h = 40°$. Найти звездное время.

101. Дано: $\varphi = 65°$ N; $\alpha = 9$ час.; $A = 40°$ W; $h = 30°$. Найти звездное время.

102. Дано: $\varphi = 45°$ N; $\alpha = 15$ час.; $A = 150°$ E; $h = 15°$. Найти звездное время.

103. Дано: $\varphi = 35°$ N; $S = 23$ час.; $A = 200°$ W; $h = 10°$. Найти прямое восхождение светила.

104. Дано: $\varphi = 70°$ N; $S = 22$ час.; $A = 60°$ W; $h = 20°$. Найти прямое восхождение светила.

105. Дано: $\varphi = 55°$ N; $S = 10$ час.; $A = 120°$ W; $h = 25°$. Найти прямое восхождение светила.

106. Дано: $\varphi = 60^\circ N$; $S = 18$ час.; $\delta = 30^\circ$; $\alpha = 14$ час. Найти азимут и высоту светила.

107. Дано: $\varphi = 50^\circ N$; $S = 2$ час.; $\delta = 40^\circ$; $\alpha = 6$ час. Найти азимут и высоту светила.

108. Дано: $\varphi = 40^\circ N$; $S = 12$ час.; $\delta = 20^\circ$; $\alpha = 6$ час. Найти азимут и высоту светила.

§ 7. Определение звездного времени по среднему солнечному времени

Для определения долготы места при помощи астрономических наблюдений необходимо знать гринвичское звездное время, которое определяется по формуле:

$$S = T_{гр} + (R + \alpha).$$

Величина $(R + \alpha)$ является поправкой для перехода к звездному времени (звездное время в гринвичскую полночь с поправкой на изменение звездного времени).

Величина $(R + \alpha)$ дается в „Астрономическом ежегоднике" на каждый день и час гринвичского среднего времени. Для промежуточных моментов гринвичского среднего времени величина $(R + \alpha)$ находится путем интерполяции.

Пример. Определить гринвичское звездное время 22 апреля 1939 г. для 8 ч. 12 м. 14 с. гринвичского среднего времени.

1) Из „Астрономического ежегодника" на 22 апреля выбираем:

на 8 час. . . . . $(R + \alpha) = 13$ ч. 57 м. 56 с.
на 9 час. . . . . $(R + \alpha) = 13$ ч. 58 м. 06 с.

Разность за 60 мин. . . . . 10 сек.
„ „ 6 „ . . . . 1 „

Следовательно, для 8 ч. 12 м. 14 с.

$$(R + \alpha) = 13 \text{ ч. } 57 \text{ м. } 58 \text{ с.}$$

2) Находим гринвичское звездное время:

$$8 \text{ ч. } 12 \text{ м. } 14 \text{ с.} + 13 \text{ ч. } 57 \text{ м. } 58 \text{ с.} = 22 \text{ ч. } 10 \text{ м. } 12 \text{ с.}$$

ЗАДАЧИ

109. Определить гринвичское звездное время 14 апреля 1939 г. для 18 ч. 49 м. 13 с. гринвичского среднего времени.

110. Определить гринвичское звездное время 19 февраля 1939 г. в 23 ч. 41 м. 27 с. гринвичского среднего времени.

111. Определить гринвичское звездное время 15 декабря 1939 г. в 0 ч. 15 м. 35 с. гринвичского среднего времени.

112. Определить гринвичское звездное время 18 ноября 1939 г. в 8 ч. 28 м. 38 с. гринвичского среднего времени.

113. Определить гринвичское звездное время 25 октября 1939 г. в 7 ч. 35 м. 54 с. гринвичского среднего времени.

114. Определить гринвичское звездное время 21 марта 1939 г. в 3 ч. 18 м. 13 с. поясного времени 3-го пояса.

115. Определить гринвичское звездное время 23 мая 1939 г. в 13 ч. 11 м. 37 с. поясного времени 4-го пояса.

116. Определить гринвичское звездное время 18 июня 1939 г. в 18 ч. 00 м. 06 с. поясного времени 2-го пояса.

117. Определить гринвичское звездное время 2 декабря 1939 г. в 6 ч. 13 м. 57 с. поясного времени 1-го пояса.

118. Определить гринвичское звездное время 19 октября 1939 г. в 17 ч. 29 м. 35 с. поясного времени 5-го пояса.

119. Определить гринвичское звездное время 16 сентября 1939 г. в 9 ч. 12 м. 33 с. поясного времени 3 го пояса.

§ 8. Определение гринвичского часового угла Солнца по среднему солнечному времени

Вычисление гринвичского часового угла светила необходимо для определения элементов сомнеровой линии.

Гринвичский часовой угол Солнца связан со средним временем следующим соотношением:

$$t_{\odot гр} = T_{гр} + R,$$

где R — дополнение уравнения времени до 12 час.

По этой формуле вычисляется гринвичский часовой угол Солнца. Так как для расчета элементов сомнеровой линии необходимо иметь гринвичский часовой угол, выраженный в мерах дуги, то общий порядок вычисления будет следующий:

1) если дано поясное время, — перевести его в гринвичское среднее время;

2) среднее гринвичское время перевести в дугу;

3) из „Астрономического ежегодника" для данной даты и $T_{гр}$ выбрать величину R, которая дается на каждый четный час среднего гринвичского времени; так как величина R изменяется очень медленно, то получить ее для заданного $T_{гр}$ не представляет никаких затруднений;

4) сложить гринвичское среднее время (в дуге) с полученной величиной R.

В результате получится гринвичский часовой угол истинного Солнца; если в результате сложения сумма окажется больше 360°, то следует вычесть 360°.

П р и м е р. Определить гринвичский часовой угол Солнца 22 февраля 1939 г. в 8 ч. 44 м. 16 с. поясного времени 3-го пояса.

1) Находим гринвичское среднее время:

$$T_{гр} = 8 \text{ ч. } 44 \text{ м. } 16 \text{ с.} - 3 \text{ ч. } 00 \text{ м.} = 5 \text{ ч. } 44 \text{ м. } 16 \text{ с.}$$

2) Переводим $T_{гр}$ в дугу:

$$T^{\circ}_{гр} \quad 85^{\circ}31'.$$

3) Из „Астрономического ежегодника“ на 22 февраля 1939 г. выбираем для $T_{гр} = 5$ ч. 44 м. 16 с.

$$R = 176^{\circ}34'.$$

4) Находим $t_{\odot\,гр}$:

$$t_{\odot\,гр} = T^{\circ}_{гр} + R = 85^{\circ}34' + 176^{\circ}34' = 262^{\circ}08'.$$

ЗАДАЧИ

120. В следующих примерах определить гринвичский часовой угол Солнца.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.
Поясное время	14 17 00	10 36 52	12 00 16	11 48 25	13 54 07
Номер часового пояса . .	3	4	2	5	8
Дата	24 сентября 1939 г.	18 января 1939 г.	16 февраля 1939 г.	13 марта 1939 г.	10 апреля 1939 г.

121. В следующих примерах определить гринвичский часовой угол Солнца.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.	ч. м. с.
Поясное время	16 18 32	17 39 40	19 40 15	10 13 16	18 46 36
Номер часового пояса . .	6	7	2	4	6
Дата	30 мая 1939 г.	12 июня 1939 г.	14 августа 1939 г.	22 декабря 1939 г.	28 мая 1939 г.

§ 9. Определение гринвичского часового угла звезды по среднему солнечному времени

Гринвичский часовой угол звезды вычисляется по формуле:

$$t_{*гр} = T_{п} - N^{ч} + (R + \alpha) - \alpha,$$

где $t_{*гр}$ — гринвичский часовой угол звезды,

α — прямое восхождение звезды.

Величина $(R + \alpha)$ дается в „Астрономическом ежегоднике“ на каждый день и час гринвичского среднего времени.

Прямое восхождение α берется из таблицы координат звезд (см. приложение I) на данный год.

Общий порядок вычисления гринвичского часового угла звезды следующий:

1) перевести поясное время в гринвичское среднее время;

2) перевести $T_{гр}$ в дугу;

3) в „Астрономическом ежегоднике" для данной даты и $T_{гр}$ выбрать величину $(R+\alpha)$ в градусах и минутах дуги; для промежуточных моментов величина $(R+\alpha)$ находится интерполированием с точностью до 1′;

4) из таблицы „Координаты звезд" взять прямое восхождение данной звезды;

5) из найденной величины $(R+\alpha)$ вычесть прямое восхождение звезды и получить R; если величина $(R+\alpha)$ окажется меньше α, то прибавить к первой 360°;

6) полученный результат R сложить с гринвичским средним временем и получить гринвичский часовой угол звезды.

Пример. 28 сентября 1939 г.; $T_п = 3$ ч. 48 м. 56 с.; $N = 3$. Определить для заданного момента гринвичский часовой угол звезды Альдебаран.

1) Переводим поясное время в гринвичское среднее время:

$$T_{гр} = 3 \text{ ч. } 48 \text{ м. } 56 \text{ с.} - 3 \text{ ч. } 00 \text{ м.} = 0 \text{ ч. } 48 \text{ м. } 56 \text{ с.}$$

2) Обращаем $T_{гр}$ в меры дуги:

$$T^\circ_{гр} = 12^\circ 14'.$$

3) Из „Астрономического ежегодника" на 28 сентября имеем:

$T_{гр}$	$R+\alpha$
0 час.	5°52′
1 час	5°55′

Для момента $T_{гр} = 0$ ч. 48 м. 56 с. принимаем

$$R+\alpha = 5^\circ 54'.$$

4) В таблице „Координаты звезд" находим прямое восхождение звезды Альдебаран:

$$\alpha = 68^\circ 06'.$$

5) Из $R+\alpha$ вычитаем α и получаем

$$R = 5^\circ 54' - 68^\circ 06' = 365^\circ 54' - 68^\circ 06' = 297^\circ 48'.$$

6) Полученное значение R складываем с гринвичским средним временем (в мерах дуги) и получаем гринвичский часовой угол:

$$t_{*гр} = 12^\circ 14' + 297^\circ 48' = 310^\circ 02'.$$

122. В следующих примерах вычислить гринвичский часовой угол звезды.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Поясное время	3 ч. 15 м. 27 с.	2 ч. 12 м. 50 с.	2 ч. 20 м. 15 с.	1 ч. 47 м. 19 с.	0 ч. 57 м. 40 с.
Номер часового пояса	4	1	9	5	4
Дата	14 февраля 1939 г.	30 апреля 1939 г.	22 ноября 1939 г.	16 мая 1939 г.	10 июня 1939 г.
Название звезды	Арктур	Альтаир	Денеб	Капелла	Вега

123. В следующих примерах вычислить гринвичский часовой угол звезды.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Поясное время	23 ч. 32 м. 17 с.	22 ч. 02 м. 16 с.	1 ч. 35 м. 13 с.	2 ч. 40 м. 15 с.	22 ч. 30 м. 47 с.
Номер часового пояса	0	8	7	10	6
Дата	19 августа 1939 г.	24 сентября 1939 г.	27 марта 1939 г.	30 июля 1939 г.	7 апреля 1939 г.
Название звезды	Капелла	Кастор	Поллукс	Дубхе	Спика

§ 10. Определение гринвичского часового угла Луны и планет по среднему солнечному времени

Гринвичский часовой угол Луны или планеты определяется совершенно так же, как и гринвичский часовой угол Солнца.

В „Астрономическом ежегоднике" величины R для Луны даны через каждые 10 мин., для Венеры — через каждые 2 часа, для Марса — через 4 часа и для Юпитера и Сатурна — через каждые 8 час. гринвичского среднего времени.

Величину R для промежуточных моментов времени легко получить интерполированием в уме, так как разности невелики.

Пример 1. 16 августа 1939 г.; $T_п = 22$ ч. 18 м. 15 с.; $N^ч = 4$. Определить гринвичский часовой угол Луны для данного момента.

1) Переводим поясное время в гринвичское среднее время:

$$T_{гр} = 22 \text{ ч. } 18 \text{ м. } 15 \text{ с.} - 4 \text{ ч. } 00 \text{ м.} = 18 \text{ ч. } 18 \text{ м. } 15 \text{ с.}$$

2) Переводим $T_{гр}$ в меры дуги:

$$T^{\circ}_{гр} = 274^{\circ}34'.$$

3) Из „Астрономического ежегодника“ на 18 ч. 18 м. 15 с. 16 августа выбираем

$$R = 158^{\circ}41'.$$

4) Складывая $T^{\circ}_{гр}$ и R, получаем гринвичский часовой угол Луны:

$$t_{гр} = 274^{\circ}34' + 158^{\circ}41' = 433^{\circ}15' = 73^{\circ}15'.$$

Пример 2. 14 октября 1939 г.; $T_п = 20$ ч. 50 м. 12 с.; $N^ч = 5$. Определить гринвичский часовой угол планеты Марс.

1) Определяем гринвичское среднее время:

$$T_{гр} = 20 \text{ ч. } 50 \text{ м. } 12 \text{ с.} - 5 \text{ ч. } 00 \text{ м.} = 15 \text{ ч. } 50 \text{ м. } 12 \text{ с.}$$

2) Переводим $T_{гр}$ в меры дуги:

$$T^{\circ}_{гр} = 237^{\circ}33'.$$

3) Из „Астрономического ежегодника“ на 15 ч. 50 м. 12 с. 14 октября выбираем

$$R = 69^{\circ}52'.$$

4) Складывая $T^{\circ}_{гр}$ и R, получаем гринвичский часовой угол Марса:

$$t_{гр} = 237^{\circ}33' + 69^{\circ}52' = 307^{\circ}25'.$$

ЗАДАЧИ

124. В следующих примерах вычислить гринвичский часовой угол Луны.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Поясное время	22 ч. 46 м. 00 с.	0 ч. 12 м. 48 с.	[illegible] ч. 25 м. 40 с.	22 ч. 05 м. 28 с.	4 ч. 53 м. 3[illegible] с.
Номер часового пояса	3	6	2	4	7
Дата	5 июня 1939 г.	17 ноября 1939 г.	20 февраля 1939 г.	27 [illegible] 1930 г.	12 августа 1939 г.

125. В следующих примерах вычислить гринвичский часовой угол планеты.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Поясное время	1 ч. 03 м. 20 с.	21 ч. 16 м. 19 с.	0 ч. 22 м. 47 с.	5 ч. 48 м. 52 с.	17 ч. 19 м. 12 с.
Номер часового пояса	6	2	3	4	5
Дата	22 июня 1939 г.	5 ноября 1939 г.	1 августа 1939 г.	26 февраля 1939 г.	17 ноября 1939 г.
Название планеты	Сатурн	Юпитер	Марс	Венера	Венера

§ 11. Расчет местного часового угла светила для приближенного места наблюдателя

Для получения местного часового угла светила необходимо:

1) вычислить гринвичский часовой угол светила (см. § 8—10);

2) выбрать приближенно долготу места $\lambda_п$ в градусах на основе суждения о приближенном местоположении самолета; значение приближенной долготы в минутах берется так, чтобы оно дополняло гринвичский часовой угол до целых градусов (для восточных долгот);

3) определить местный часовой угол светила (в целых градусах), для чего надо сложить $t_{гр}$ с $\lambda_п$, если приближенно определенная долгота восточная, и вычесть ее из $t_{гр}$, если она западная.

Полученный местный часовой угол светила будет всегда западный; если же его величина больше 180°, то берут дополнение до 360° и считают его восточным часовым углом.

Если при западной долготе окажется, что $\lambda_п$ больше $t_{гр}$, то при вычитании необходимо к последнему прибавить 360°.

Пример 1. Гринвичский часовой угол светила $t_{гр} = 28°34'$; приближенная долгота $\lambda_п = 38°$ E.

Определить местный часовой угол светила $t_м$.

$$+\begin{array}{l} t_{гр} = 28°34' \\ \lambda_п = 38°26'\ E \end{array}$$
$$\overline{t_м = 67°\ W}$$

Пример 2. Дано: $t_{гр} = 216°46'$; $\lambda_п = 57°$ E.
Определить $t_м$.

$$+\begin{array}{l} t_{гр} = 216°46' \\ \lambda_п \quad 57°14'\ E \\ \hline t_м = 86°\ E \end{array}$$

Пример 3. Дано: $t_{гр} = 98°20'$; $\lambda_п = 15°$ W.
Определить $t_м$.

$$-\begin{array}{l} t_{гр} = 98°20' \\ \lambda_п = 15°20'\ W \\ \hline t_м = 83°\ W. \end{array}$$

ЗАДАЧИ

126. В следующих примерах определить местный часовой угол Солнца.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Момент наблюдения по часам . . .	13 ч. 18 м. 45 с.	16 ч. 19 м. 54 с.	14 ч. 43 м. 15 с.	18 ч. 16 м. 30 с.	12 ч. 34 м. 48 с.
Номер пояса . .	3	4	6	2	9
Поправка часов	+ 1 м. 15 с.	− 2 м. 33 с.	+ 0 м. 12 с.	− 8 м. 10 с.	− 1 м. 12 с.
Дата	13 апреля 1939 г.	29 августа 1939 г.	31 марта 1939 г.	14 мая 1939 г.	20 ноября 1939 г.
Приближенная долгота . . .	49° E	58° E	84° E	21° E	124° E

127. В следующих примерах определить местный часовой угол звезды.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Момент наблюдения по часам . . .	2 ч. 12 м. 34 с.	0 ч. 49 м. 07 с.	21 ч. 10 м. 00 с.	23 ч. 27 м. 15 с.	1 ч. 09 м. 3[illegible] с.
Номер часового пояса	4	6	2	3	8
Поправка часов	+ 1 м. 16 с.	− 2 м. 03 с.	− 3 м. 40 с.	+ 4 м. 25 с.	+ 2 м. 38 с.
Дата	25 февраля 1939 г.	14 июня 1939 г.	11 февраля 1939 г.	12 марта 1939 г.	19 июля 1939 г.
Приближенная долгота	70° E	100° E	38° E	50° E	80° E
Название звезды	Поллукс	Капелла	Бетельгейзе	Альдебаран	Арктур

128. В следующих примерах определить местный часовой угол Луны.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Момент наблюдения по часам . . .	22 ч. 15 м. 26 с.	21 ч. 18 м. 15 с.	2 ч 38 м 54 с.	5 ч. 16 м 30 с.	22 ч. 30 м. 50 с.
Номер часового пояса	4	3	1	7	5
Поправка часов	+ 4 м. 30 с.	− 2 м. 35 с.	+ 1 м. 21 с.	− 5 м. 27 с.	+ 2 м. 10 с.
Дата	14 октября 1939 г.	10 ноября 1939 г.	18 апреля 1939 г.	28 января 1939 г.	13 июля 1939 г.
Приближенная долгота	68° E	32° E	20° E	110° E	68° E

129. В следующих примерах вычислить местный часовой угол планеты.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Момент наблюдения по часам . . .	21 ч. 08 м. 00 с.	1 ч. 05 м. 18 с.	0 ч 48 м. 55 с.	20 ч. 13 м. 38 с.	2 ч. 13 м 12 с.
Номер часового пояса	1	10	6	3	2
Поправка часов	+ 0 м. 15 с.	+ 2 м. 15 с.	− 1 м. 15 с.	− 3 м. 25 с.	+ 4 м. 13 с.
Дата	26 сентября 1939 г.	24 июля 1939 г.	12 июля 1939 г.	5 ноября 1939 г.	22 июня 1939 г.
Приближенная долгота	22° E	162° E	102° E	25° E	36° E
Название планеты	Марс	Венера	Юпитер	Сатурн	Венера

Глава III

РАСЧЕТ И ПРОКЛАДКА СОМНЕРОВЫХ ЛИНИЙ

§ 12. Расчет высоты светила

В аэронавигации применяются два основных способа астрономических определений: способ Сомнера и способ совокупного определения широты и долготы.

При определении места способом Сомнера наблюдатель, измеривший в какой-либо момент высоту светила, может считать, что он находится на так называемом круге равных высот и может определить линию своего положения.

Если в этот же момент наблюдатель определит высоту другого светила, то, получив второй круг равных высот, он может считать, что находится в одной из двух точек пересечения этих кругов.

Так как круги равных высот охватывают значительную часть земной поверхности, то наблюдатель, знающий приближенно район своего местонахождения, легко определит, в какой точке он находится.

Нанести круги равных высот на глобус чрезвычайно просто, но при нанесении этих кругов на карту встречаются значительные трудности; поэтому на картах обычно проводится лишь небольшая часть круга. Такие небольшие дуги кругов равных высот, практически принимаемые за прямые, называются *сомнеровыми линиями*.

Чтобы получить данные для нанесения на карту сомнеровых линий, необходимо:

1) выбрать удобное для наблюдений светило (Солнце, Луну, звезду, планету);

2) измерить высоту светила и отметить момент измерения по часам;

3) обработать результаты наблюдений и получить элементы сомнеровой линии: разность высот Δh и азимут A;

4) на основании полученных элементов и приближенного места самолета нанести сомнерову линию на карту.

В последующих параграфах этой главы даются сначала задачи на вычисление отдельных элементов сомнеровой линии, а затем задачи на полную обработку наблюдений.

Высота светила для прокладки сомнеровой линии вычисляется при помощи таблиц сомнеровых линий (ТСЛ).

Для этого необходимо:

1) выбрать приближенную широту места $\varphi_п$ в целых градусах на основе суждения о приближенном местоположении самолета;

2) определить местный часовой угол светила;

3) в таблице „А" по аргументам: широте и местному часовому углу — найти угол K и число A; если местный часовой угол окажется больше 90°, то его значения читают в крайнем правом столбце таблицы, а угол K получают как дополнение угла, данного в таблице, до 180°;

4) из „Астрономического ежегодника" выписать склонение светила; склонение для Солнца, Луны и планет берется соответственно моментам гринвичского среднего времени на данное число;

5) из значения угла K вычесть алгебраически склонение δ;

6) по разности $K - \delta$ в таблице „В" отыскать число B;

7) взять сумму $A + B$ и по ней в таблице „В" найти вычисленную высоту светила $h_в$.

Вычисленная высота в таблице „В" находится следующим образом: среди чисел таблицы найти число, равное или ближайшее к сумме $A + B$; затем в столбце (в котором находится найденное число) внизу прочесть вычисленную высоту в градусах, а справа в этой же строке — в минутах.

Пример. Определить вычисленную высоту Солнца 14 апреля 1939 г. в 7 ч. 48 м. 56 с. гринвичского среднего времени. Приближенная широта 56°. Местный часовой угол 48° W.

Пользуясь таблицами, вычисляем:

$$
\begin{aligned}
K &= 65°43' \\
-\quad \delta &= 9°07' \\
\hline
K - \delta &= 56°36' \\
A &= 4117 \\
B &= 25926 \\
\hline
A + B &= 30043 \\
h_в &= 30°03'
\end{aligned}
$$

ЗАДАЧИ

130. В следующих примерах определить вычисленную высоту Солнца.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Гринвичское среднее время	8 ч. 15 м.	15 ч. 49 м.	16 ч. 28 м.	6 ч. 08 м.	9 ч. 21 м.
Дата . . .	25 сентября 1939 г.	14 июня 1939 г.	2 июля 1939 г.	19 августа 1939 г.	27 декабря 1939 г.
Приближенная широта . .	42°	49°	54°	60°	44°
Местный часовой угол Солнца . . .	60°	58°	100°	44°	12°

131. В следующих примерах определить вычисленную высоту Солнца.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Гринвичское среднее время	13 ч. 02 м.	5 ч. 14 м.	12 ч. 26 м.	9 ч. 23 м.	13 ч. 16 м.
Дата . . .	17 марта 1939 г.	24 октября 1939 г.	15 мая 1939 г.	4 февраля 1939 г.	16 ноябр. 1939 г.
Приближенная широта . .	52°	58°	62°	55°	42°
Местный часовой угол Солнца . . .	34°	22°	70°	4°	100°

132. В следующих примерах определить вычисленную высоту звезды.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Приближенная широта	42°	53°	50°	60°	33°
Местный часовой угол звезды	100°	84°	40°	20°	10°
Название звезды	Капелла	Дубхе	Альтаир	Поллукс	Сириус

133. Определить $h_в$ планеты Марс на 20 ч. 14 м. гринвичского среднего времени 29 декабря 1939 г. $\varphi_п = 58°$; $t_м = 2°$.

134. Определить $h_в$ планеты Венера на 22 ч. 40 м. гринвичского среднего времени 14 июля 1939 г. $\varphi_п = 47°$; $t_м = 10°$.

135. Определить $h_в$ планеты Юпитер на 1 ч. 14 м. гринвичского среднего времени 15 августа 1939 г. $\varphi_п = 54°$; $t_м = 21°$.

§ 13. Исправление измеренных высот светил

Измеренная высота светила должна быть исправлена следующими двумя поправками:

1) инструментальной поправкой секстанта C;

2) поправкой на рефракцию r.

Поправка секстанта дается в аттестате прибора и прибавляется алгебраически к измеренной высоте светила.

Поправка на рефракцию берется из вспомогательных таблиц (см. приложение II). Она определяется по аргументам: высота полета и измеренная высота светила.

Пример. Высота полета 1 000 *м*; измеренная высота светила 12°04′.

Найти поправку на рефракцию.

Из таблицы (столбец „Высота полета" 1 000 *м*) видно, что измеренная высота светила находится в интервале между 13°00′ и 10°03′. Для этого интервала в левом крайнем столбце находим поправку на рефракцию $r = -4'$.

Поправка на рефракцию всегда отрицательна.

При измерении высоты светила по видимому горизонту необходимо измеренную высоту светила исправлять на понижение видимого горизонта.

Поправка n на понижение горизонта берется из вспомогательных таблиц (см. приложение II).

Пример. Высота полета 2 000 *м*. Найти поправку на понижение горизонта.

В таблице, в столбце „Высота полета", число 2 000 *м* попадает в интервал между 1 961 и 2 011 *м*; поэтому слева в столбце читаем: $n = -1°19'$. Поправка на понижение горизонта всегда отрицательна.

При наблюдениях Луны измеренную высоту Луны исправляют на параллакс. Поправка на параллакс p дается в „Астрономическом ежегоднике" на каждый день года. Для получения этой поправки необходимо в столбце „Высота Луны" выбрать приближенно высоту Луны и в левом столбце прочитать поправку.

Пример. 28 апреля 1939 г. измерена высота Луны 43°14′.

Найти поправку на параллакс.

В „Астрономическом ежегоднике" на 28 апреля в столбце „Высота Луны" находим, что измеренная высота Луны находится в интервале между 44°19′ и 42°55′; поэтому слева в столбце читаем поправку на параллакс:

$$p = +43'.$$

Поправка на параллакс всегда положительна.

ЗАДАЧИ

136. В полете 24 мая 1939 г. на высоте 2 000 *м* измерена высота Луны по уровню 43°15′; поправка секстанта $-2'$.

Определить $h_{ист}$.

137. В полете на высоте 3 000 *м* измерена высота Солнца по видимому горизонту 38°53′. Поправка секстанта +2′.

Определить $h_{ист}$.

138. В полете на высоте 1 000 *м* измерена высота звезды 24°18′; поправка секстанта —3′.

Определить $h_{ист}$.

139. В полете на высоте 1 800 *м* измерена высота Солнца по уровню 29°15′; поправка секстанта + 4′.

Определить $h_{ист}$.

140. В полете 28 сентября 1939 г. на высоте 2 100 *м* измерена высота Луны по уровню 40°58′; поправка секстанта +1′.

Определить $h_{ист}$.

141. В полете на высоте 2 000 *м* измерена высота Солнца по видимому горизонту 49°38′; поправка секстанта —4′.

Определить $h_{ист}$.

142. В полете на высоте 2 500 *м* измерена высота планеты по уровню 20°12′; поправка секстанта +1′.

Определить $h_{ист}$.

143. В полете 7 июля 1939 г. на высоте 2 700 *м* измерена высота Луны по видимому горизонту 23°38′; поправка секстанта —3′.

Определить $h_{ист}$.

144. В полете на высоте 2 900 *м* измерена высота Солнца по видимому горизонту 48°10′; поправка секстанта +2′.

Определить $h_{ист}$.

145. В полете на высоте 1 000 *м* измерена высота звезды 40°20′; поправка секстанта +1′.

Определить $h_{ист}$.

§ 14. Определение азимута светила

Азимут светила $A_в$ (вычисленный) определяется при помощи специальной сетки.

Для определения азимута по сетке необходимо:

1) на целлулоидном диске сетки, против деления окружности, равного приближенной широте места, нанести черту (слева и выше экватора);

2) пользуясь разметкой часовых углов на экваторе и склонений на окружности сетки, найти меридиан сетки, соответствующий значению местного часового угла, и параллель сетки, соответствующую склонению светила; точку пересечения меридиана и параллели отметить карандашом; при нанесении точки учитывать, что отрицательному склонению соответствуют параллели, лежащие ниже экватора;

3) повернуть целлулоидный диск по ходу часовой стрелки так, чтобы нанесенная ранее черта совпала с полюсом сетки (верхнее деление окружности—90°);

4) отметить, на какой новый меридиан сетки пришла нанесенная на диск точка; по оцифровке этого меридиана прочитать у экватора сетки искомый азимут светила.

Название азимута всегда соответствует названию местного часового угла светила.

Пример. Определить азимут светила по данным: $t_м = 48°$ E; $\delta = -10°$; $\varphi_п = 50°$.

По сетке получаем $A_в = 50°$ E.

ЗАДАЧИ

146. В следующих примерах определить азимут светила по сетке.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Приближенная широта . . .	40°	60°	30°	45°	54°
Местный часовой угол светила	18° E	39° W	53° E	168° W	115° E
Склонение светила	+8°	−13°	+38°	+54°	+42°

147. В следующих примерах определить азимут светила по сетке.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Приближенная широта . . .	34°	68°	43°	52°	58°
Местный часовой угол светила	76° E	13° W	34° E	17° W	12° E
Склонение светила	+15°	−2°	+17°	−19°	+30°

§ 15. Прокладка сомнеровой линии на карте

Для того чтобы проложить сомнерову линию на карте, необходимо определить азимут светила $A_в$ и разность высот $\Delta h = h_{ист} - h_в$.

Сомнерова линия прокладывается на карте в следующем порядке:

1) по выбранным координатам $\varphi_п$ и $\lambda_п$ нанести на карту приближенное место самолета и провести через него меридиан;

2) от южной части меридиана отложить к востоку или к западу (в зависимости от названия азимута) вычисленный азимут светила и провести линию азимута;

3) на линии азимута отложить число морских миль, равное числу минут разности высот Δh, и отметить *определяющую точку;* разность высот Δh откладывают в направлении на светило, если Δh положительна, и в направлении от светила, если Δh отрицательна.

Пример 1. Проложить сомнерову линию по данным: приближенная широта 57°; приближенная долгота 29°20′; истинная высота светила 57°48′; вычисленная высота светила 57°36′; азимут светила 20° E. Карта — 25 верст в 1 дюйме, лист 3.

1) Находим разность высот:

$$\Delta h = h_{ист} - h_в = 57°48' - 57°36' = +12'.$$

2) Переводим минуты разности высот в километры (1 минута дуги = 1 морской миле = 1,85 *км*):

$$\Delta h \approx 22 \ км.$$

3) Наносим сомнерову линию на карту, откладывая Δh в направлении на светило (рис. 9).



Рис. 9. Прокладка сомнеровой линии на карте при положительной разности высот.

Пример 2. Проложить сомнерову линию по данным:

$$\varphi_п = 54^\circ; \quad \lambda_в = 28^\circ 40';$$

$$h_{ист} = 37^\circ 10'; \quad h_в = 37^\circ 25';$$

$$A_в = 40^\circ \, W.$$

Карта — 25 верст в 1 дюйме, лист 3.

1) Находим разность высот:

$$\Delta h = 37^\circ 10' - 37^\circ 25' = -15'.$$

2) Переводим минуты разности высот в *км*:

$$\Delta h \approx -28 \text{ км}.$$

3) Наносим сомнерову линию на карту, откладывая Δh в направлении от светила (рис. 10).



Рис. 10. Прокладка сомнеровой линии на карте при отрицательной разности высот.

ЗАДАЧИ

148. По следующим данным проложить сомнеровы линии на карте масштабом 25 верст в 1 дюйме, лист 8.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Приближенная широта . . .	55°	56°	57°	55°	56°
Приближенная долгота . . .	35°20′	36°20′	39°	38°30′	41°20′
Истинная высота светила . .	24°26′	35°00′	44°09′	51°54′	13°29′
Вычисленная высота светила	24°06′	35°16′	44°28′	52°12′	13°05′
Вычисленный азимут светила	72° E	48° W	23° E	14° W	92° E

149. По следующим данным проложить сомнеровы линии на карте масштабом 25 верст в 1 дюйме, лист 8.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Приближенная широта . . .	54°	55°	57°	55°	56°
Приближенная долгота . . .	34°30′	43°10′	35°40′	43°30′	40°
Истинная высота светила . .	15°23′	60°47′	38°21′	46°12′	29°35′
Вычисленная высота светила	15°02′	61°01′	38°12′	46°30′	29°15′
Вычисленный азимут светила	94° W	10° W	48° W	62° E	34° W

§ 16. Расчет сомнеровой линии

Расчет сомнеровой линии включает следующее:

1) вычисление местного часового угла светила и выбор приближенного места (§ 11);

2) вычисление высоты светила (§ 12);

3) исправление измеренной высоты светила и получение разности высот $\Delta h = h_{ист} - h_{в}$;

4) определение азимута светила (§ 14).

Обработка наблюдений для получения элементов сомнеровой линии выполняется на специальном бланке.

Порядок вычисления показан непосредственно на примерах.

Пример 1. В полете 18 августа 1939 г. в 14 ч. 28 м. 30 с. по времени 3-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту: $h_{изм} = 43°36'$. Поправка секстанта $+2'$; поправка часов -2 м. 20 с. Приближенные координаты самолета:

$$\varphi_п = 56°, \quad \lambda_п = 36° E.$$

Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

Решение

$h_и$ 43°36'	$T_п$ 14 ч. 28 м. 30 с. $-N^ч + \Delta u$ −3 ч. −2 м. 20 с.	K 59°00' δ 13°19'
C +2' r −1' p + n −1°37'	$T_{гр}$ 11 ч. 26 м. 10 с. $T^о_{гр}$ 171°32' R 179°01'	$K - \delta$ 45°41' A 1446 B 15576
−1°36' $R + \alpha$	$t_{гр}$ 350°33' $\lambda_п$ 36°27' +E −W $t_м$ 27° W $t_м$ E $\varphi_п$ 56°	$A + B$ 17022 h 42°00' $h_в$ 42°31' Δh −31' $A_в$ 36° W

Пример 2. В полете 15 января 1939 г. в 22 ч. 34 м. 16 с. по времени 2-го пояса измерена высота звезды Альдебаран: $h_{изм} = 48°55'$. Поправка секстанта $+6'$; поправка часов -4 м. 11 с. Приближенные координаты самолета:

$$\varphi_п = 50°, \quad \lambda_п = 36° E.$$

Высота полета 1 300 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

Решение

$h_п$ 48°55'	$T_п$ 22 ч. 34 м. 16 с.	K 54°00'
	$-N^ч + \Delta u$ —2 ч. —4 м. 11 с.	δ 16°23'
C +6'		$K-\delta$ 37°37'
r −1'	$T_{гр}$ 20 ч. 30 м. 05 с.	A 2367
p +	$T^{\circ}_{гр}$ 307°31'	B 10121
n	R 46°18'	
+5'	$t_{гр}$ 353°49'	$A+B$ 12488
	$\lambda_п$ 36°11' + E / − W	h 49°00'
		$h_в$ 48°36'
$R+\alpha$ 114°24'	$t_м$ 30° W	Δh +24'
α 68°06'	$t_м$ E	$l_в$ 46° W
46°18'	$\varphi_п$ 50°	

Пример 3. В полете 14 марта 1939 г. в 6 ч. 45 м. 14 с. по времени 3-го пояса измерена высота Луны: $h_{изм} = 17°05'$. Поправка секстанта $-3'$; поправка часов -5 м. 10 с. Приближенные координаты самолета:

$$\varphi_п = 52°, \quad \lambda_п = 40° \text{ E}.$$

Высота полета 2 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

Решение

$h_н$ 17°05'	$T_п$ 6 ч. 45 м. 14 с. $-N^ч + \Delta u$ −3 ч. −5 м. 10 с.	K 52°31' δ −18°59'
C −3' r −2' p +52' n —	$T_{гр}$ 3 ч. 40 м. 04 с. $T^{o}_{гр}$ 55°01' R 253°58'	$K - \delta$ 71°30' A 302 B 49852
+47' $R + \alpha$ α	$t_{гр}$ 308°59' $\lambda_п$ 40°01' +E / −W $t_м$ 349° W $t_м$ 11° E $\varphi_п$ 52°	$A + B$ 50154 h 17°52' $h_в$ 18°22' Δh −30' $A_п$ 11° E

Пример 4. В полете 12 июля 1939 г. в 4 ч. 48 м. 15 с. по времени 2-го пояса измерена высота планеты Венера: $h_{изм} = 21°50'$. Поправка секстанта $+2'$; поправка часов $+2$ м. 12 с. Приближенные координаты самолета:

$$\varphi_п = 44°, \quad \lambda_п = 40° \text{ E}.$$

Высота полета 2 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

Решение

$h_в$ 21°30'	$T_п$ 4 ч. 48 м. 15 с.	K 81°48'
	$-N^ч + \Delta u$ −2 ч. +2 м. 12 с.	δ 23°17'
C +2'		$K - \delta$ 58°31'
r −2'	$T_{гр}$ 2 ч. 50 м. 27 с.	A 15376
$p+$	$T^{\circ}_{гр}$ 42°37'	B 28212
$n-$	R 195°06'	
0	$t_{гр}$ 237°43'	$A + B$ 43588
	$\lambda_п$ 40°17' +E −W	h 21°50'
		$h_в$ 21°30'
$R + \alpha$	$t_м$ 278° W	
α	$t_м$ 82° E	Δh +20'
	$\varphi_п$ 44°	$A_п$ 101° E

ЗАДАЧИ

150. В полете 9 апреля 1939 г. в 10 ч. 48 м. 52 с. по времени 4-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 32°30'. Поправка секстанта +2'; поправка часов −1 м. 40 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50°$, $\lambda_п = 32°$E. Высота полета 2 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

151. В полете 28 мая 1939 г. в 16 ч. 12 м. 17 с. по времени 2-го пояса измерена высота Солнца по уровню 30°25'. Поправка секстанта −1'; поправка часов −1 м. 04 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 48°$, $\lambda_п = 34°$ E. Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

152. В полете 30 сентября 1939 г. в 9 ч. 22 м. 43 с. по времени 5-го пояса измерена высота Солнца по уровню 41°10'. Поправка секстанта +2'; поправка часов −2 м. 50 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 45$, $\lambda_п = 102°$ E. Высота полета 2 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

153. В полете 2 декабря 1939 г. в 11 ч. 13 м. 09 с. по времени 2-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 11°30′. Поправка секстанта + 4′; поправка часов + 3 м. 11 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 58°$, $\lambda_п = 27°$ E. Высота полета 2 800 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

154. В полете 15 июня 1939 г. в 16 ч. 42 м. 12 с. по времени 8-го пояса измерена высота Солнца по уровню 23°50′. Поправка секстанта —3′; поправка часов — 1 м. 08 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 60°$, $\lambda_п = 132°$ E. Высота полета 1 900 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

155. В полете 16 апреля 1939 г. в 15 ч. 12 м. 48 с. по времени 3-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 30°10′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +1 м. 04 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 50°$ E. Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

156. В полете 14 июля 1939 г. в 16 ч. 44 м. 56 с. по времени 5-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 32°10′. Поправка секстанта +2′; поправка часов +2 м. 04 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 42°$, $\lambda_п = 72°$ E. Высота полета 2 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

157. В полете 11 декабря 1939 г. в 10 ч. 12 м. 09 с. по времени 7-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 7°00′. Поправка секстанта —4′; поправка часов —3 м. 14 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 62°$, $\lambda_п = 120°$ E. Высота полета 3 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

158. В полете 2 октября 1939 г. в 12 ч. 18 м. 42 с. по времени 3-го пояса измерена высота Солнца по уровню 45°05′. Поправка секстанта —3′; поправка часов —1 м. 21 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 42°$, $\lambda_п = 40°$ E. Высота полета 2 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

159. В полете 20 марта 1939 г. в 13 ч. 08 м. 10 с. по времени 4-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 36°10′. Поправка секстанта —2′; поправка часов —1 м. 07 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 55°$, $\lambda_п = 50°$ E. Высота полета 1 900 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

160. В полете 12 апреля 1939 г. в 14 ч. 27 м. 05 с. по времени 5-го пояса измерена высота Солнца по уровню 44°50′. Поправка секстанта + 2′; поправка часов + 2 м. 20 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50°$, $\lambda_п = 60°$ E. Высота полета 2 500 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

161. В полете 7 января 1939 г. в 12 ч. 30 м. 10 с. по времени 3-го пояса измерена высота Солнца по уровню 9°40′. Поправка секстанта —1′; поправка часов + 0 м. 13 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 58°$, $\lambda_п = 32°$ E. Высота полета 1 800 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

162. В полете 21 августа 1939 г. в 10 ч. 06 м. 20 с. по времени 5-го пояса измерена высота Солнца по уровню 48°50′. Поправка секстанта + 3′; поправка часов — 2 м. 17 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50°$, $\lambda_п = 85°$ E. Высота полета 2 800 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

163. В полете 16 мая 1939 г. в 15 ч. 15 м. 30 с. по времени 2-го пояса измерена высота Солнца по уровню 45°15′. Поправка секстанта — 1′; поправка часов + 1 м. 10 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 44°$, $\lambda_п = 25°$ E. Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

164. В полете 19 сентября 1939 г. в 13 ч. 15 мин. 11 с. по времени 4-го пояса измерена высота Солнца по уровню 37°20′. Поправка секстанта — 2′; поправка часов — 2 м. 20 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 52°$, $\lambda_п = 58°$ E. Высота полета 2 100 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

165. В полете 16 июля 1939 г. в 16 ч. 08 м. 00 с. по времени 3-го пояса измерена высота Солнца по видимому горизонту 35°50′. Поправка секстанта + 1′; поправка часов — 1 м. 00 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 59°$, $\lambda_п = 44°$ E. Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

166. В полете 13 июня 1939 г. в 4 ч. 30 м. 52 с. по времени 3-го пояса измерена высота Луны по уровню 26°13′. Поправка секстанта —2′; поправка часов — 1 м. 40 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 43°$, $\lambda_п = 46°$ E. Высота полета 2 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

167. В полете 5 декабря 1939 г. в 3 ч. 20 м. 10 с. по времени 8-го пояса измерена высота Луны 11°00′. Поправка секстанта + 2′; поправка часов + 3 м. 07 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_п = 100°$ E. Высота полета 3 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

168. В полете 18 марта 1939 г. в 9 ч. 11 м. 30 с. по времени 2-го пояса измерена высота Луны 20°05′. Поправка секстанта + 1′; поправка часов —1 м. 15 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 57°$, $\lambda_п = 20°$ E. Высота полета 1 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

169. В полете 13 августа 1939 г. в 7 ч. 23 м. 14 с. по времени 6-го пояса измерена высота Луны по уровню 48°08′.

Поправка секстанта $+3'$; поправка часов —3 м. 14 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 47°$, $\lambda_п = 96°$ E. Высота полета 1 400 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

170. В полете 10 апреля 1939 г. в 18 ч. 29 м. 16 с. по времени 3-го пояса измерена высота Луны по уровню 19°57′. Поправка секстанта $-3'$; поправка часов —0 м. 16 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50°$, $\lambda_п = 40°$ E. Высота полета 2 900 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

171. В полете 19 января 1939 г. в 22 ч. 50 м. 30 с. по времени 3-го пояса измерена высота звезды Сириус 25°15′. Поправка секстанта $+2'$; поправка часов + 2 м. 10 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 48°$, $\lambda_п = 50°$ E. Высота полета 1 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

172. В полете 17 октября 1939 г. в 3 ч. 17 м. 48 с. по времени 9-го пояса измерена высота звезды Бетельгейзе 53°48′. Поправка секстанта $-1'$; поправка часов + 2 м. 17 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 43°$, $\lambda_п = 140°$ E. Высота полета 2 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

173. В полете 1 апреля 1939 г. в 2 ч. 10 м. 10 с. по времени 6-го пояса измерена высота звезды Регул 28°17′. Поправка секстанта $+3'$; поправка часов +3 м. 13 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50°$, $\lambda_п = 80°$ E. Высота полета 1 600 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

174. В полете 11 марта 1939 г. в 3 ч. 30 м. 22 с. по времени 2-го пояса измерена высота звезды Вега 50°12′. Поправка секстанта $+1'$; поправка часов —2 м. 10 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 60°$, $\lambda_п = 34°$ E. Высота полета 1 000 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

175. В полете 15 июля 1939 г. в 1 ч. 20 м. 14 с. по времени 7-го пояса измерена высота звезды Альтаир 54°53′. Поправка секстанта $-2'$; поправка часов +1 м. 06 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 42°$, $\lambda_п = 102°$ E. Высота полета 1 800 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

176. В полете 13 мая 1939 г. в 1 ч. 32 м. 16 с. по времени 3-го пояса измерена высота звезды Дубхе 44°13′. Поправка секстанта $-3'$; поправка часов + 3 м. 15 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 54°$, $\lambda_п = 51°$ E. Высота полета 2 200 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

177. В полете 30 апреля 1939 г. в 23 ч. 12 м. 40 с. по времени 5-го пояса измерена высота звезды Поллукс 23°30′. Поправка секстанта $-2'$; поправка часов +0 м. 13 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_п = 70°$ E. Высота полета 2 400 *м*.

Рассчитать сомнерову линию.

178. В полете 20 декабря 1939 г. в 2 ч. 32 м. 04 с. по времени 3-го пояса измерена высота звезды Альдебаран 33°55′. Поправка секстанта +2′; поправка часов —3 м. 04 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 58°$, $\lambda_п = 40°$ E. Высота полета 2700 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

179. В полете 11 февраля 1939 г. в 2 ч. 34 м. 56 с. по времени 6-го пояса измерена высота звезды Арктур 48°55′. Поправка секстанта +3′; поправка часов + 2 м. 15 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 46°$, $\lambda_п = 86°$ E. Высота полета 1300 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

180. В полете 3 октября 1939 г. в 0 ч. 20 м. 46 с. по времени 2-го пояса измерена высота звезды Капелла 50°56′. Поправка секстанта —5′; поправка часов +4 м. 37 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 59°$, $\lambda_п = 27°$ E. Высота полета 2300 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

181. В полете 4 сентября 1939 г. в 22 ч. 54 м. 16 с. по времени 9-го пояса измерена высота планеты Сатурн 20°43′. Поправка секстанта + 3′; поправка часов —4 м. 11 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 132°$ E. Высота полета 2100 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

182. В полете 1 августа 1939 г. в 0 ч. 25 м. 15 с. по времени 4-го пояса измерена высота планеты Юпитер 16°05′. Поправка секстанта —1′; поправка часов +1 м. 50 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 62°$, $\lambda_п = 55°$ E. Высота полета 2200 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

183. В полете 26 июля 1939 г. в 5 ч. 09 м. 08 с. по времени 5-го пояса измерена высота планеты Венера 15°05′. Поправка секстанта —3′; поправка часов —0 м. 07 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 49°$, $\lambda_п = 74°$ E Высота полета 1500 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

184. В полете 12 июля 1939 г. в 1 ч. 00 м. 10 с. по времени 3-го пояса измерена высота планеты Марс 13°07′. Поправка секстанта +1′; поправка часов +1 м. 10 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_п = 42°$ E. Высота полета 1800 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

185. В полете 26 марта 1939 г. в 5 ч. 25 м. 30 с. по времени 4-го пояса измерена высота планеты Венера 12°30′. Поправка секстанта 0′; поправка часов —1 м. 05 с. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 40°$, $\lambda_п = 61°$ E. Высота полета 2000 *м.*

Рассчитать сомнерову линию.

Глава IV

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРОТЫ И ДОЛГОТЫ МЕСТА

§ 17. Определение широты места по высоте Полярной звезды

Вследствие близости Полярной звезды к Северному полюсу мира высота ее очень мало отличается от высоты Северного полюса мира, а следовательно, и от широты места наблюдения. Это дает возможность, исправив измеренную высоту Полярной, определить широту места.

Для того чтобы получить широту места наблюдения, надо измерить высоту Полярной звезды и прибавить к ней поправку. Эта поправка находится при помощи „Бортовой карты звездного неба".

Для нахождения поправки необходимо, зная приближенную долготу места в момент наблюдения, определить грубо, с точностью до 10 мин., местное среднее время на этой долготе. После этого в вырезе на лицевой стороне карты, против деления, соответствующего найденному местному времени, установить дату наблюдения и на обратной стороне в вырезе против нижней стрелки получить искомую поправку в минутах дуги.

Для определения широты места необходимо к полученной высоте Полярной прибавить алгебраически найденную поправку и поправку секстанта. Поправкой на рефракцию для широт севернее 40° можно пренебрегать.

Пример. В полете 24 апреля в 22 ч. 40 м. по времени 4-го пояса измерена высота Полярной 55°34′. Приближенная долгота 3 ч. 20 м. Поправка секстанта —5′. Определить координаты наблюдателя.

1) Определяем местное среднее время:

22 ч. 40 м. — 4 час. + 3 ч. 20 м. = 22 ч. 00 м

2) Установив на бортовой звездной карте против 22 час. дату 24 апреля, получаем поправку, равную + 58′.

3) Определяем широту места:

$$55°34' - 5' + 58' = 56°27'.$$

ЗАДАЧА

186. Определить широту места по следующим высотам Полярной звезды.

№ примера / Данные	1	2	3	4	5
Измеренная высота Полярной	56°48′	53°12′	55°32′	48°30′	46°15′
Поясное время наблюдения	21 ч. 15м.	1 ч. 48 м	2 ч. 34 м.	20 ч. 55 м.	3 ч. 25 м.
Номер часового пояса	3	4	2	6	9
Приближенная долгота самолета	40° E	54° E	33° E	101° E	127° E
Поправка секстанта	+ 2′	— 3′	+ 1′	— 2′	+ 4′
Дата	12 июня	1 февраля	20 сентября	3 января	30 декабря

§ 18. Определение широты и долготы по паре звезд

Метод совокупного определения долготы и широты посредством измерения высот двух звезд является основным методом, которым пользуются в ночных полетах.

Для определения координат места этим методом необходимо одновременно измерить высоты Полярной и другой звезды, название которой указывается в бортовой карте звездного неба.

Для определения названия звезды, высоту которой необходимо измерить совместно с высотой Полярной, а также номера астрографика для обработки наблюдений необходимо установить подвижную часть бортовой карты звездного неба по местному времени (см. § 17) и в вырезе на обратной стороне карты, против стрелки для данных широт, прочитать название звезды и номер графика. Карта также может быть ориентирована соответственно виду неба и расположению созвездий в момент наблюдения.

Обработка наблюдений выполняется на специальном бланке (см. ниже).

Порядок обработки наблюдений следующий:

1) в графу $h_и$ записать измеренные высоты Полярной и второй звезды;

2) в графу C записать поправку секстанта;

3) к измеренным высотам светил прибавить алгебраически поправку секстанта и результат записать в графу $h_{ист}$;

4) в графу $T_п$ записать поясное время среднего момента наблюдения;

5) из поясного времени вычесть номер пояса в часах и алгебраически прибавить поправку часов; результат записать в графу $T_{гр}$;

6) из „Астрономического ежегодника", ч. II, для момента $T_{гр}$ на данное число выбрать величину $R+\alpha$ в часах и минутах (интерполяция легко производится в уме);

7) сложить значение $T_{гр}$ с величиной $R+\alpha$ и полученное гринвичское звездное время записать в соответствующую графу;

8) по астрографику определить местное звездное время и, вычитая из него гринвичское звездное время, получить долготу места:

$$\lambda = S_м - S_{гр};$$

9) широту места определить по астрографику одновременно с определением местного звездного времени.

Для нахождения широты места и местного звездного времени по астрографику следует:

1) выбрать соответствующий график (на основании данных бортовой карты звездного неба);

2) найти кривые, соответствующие исправленным высотам звезд, и на пересечении поставить точку; при этом необходимо учитывать, что кривые высот Полярной всегда идут почти горизонтально и оцифровка высот дана не на краях, а в середине графика;

3) наложить на график специальную целлулоидную линейку так, чтобы средняя ее линия с соответствующей шкалой широт прошла через отмеченную точку и была параллельна боковой рамке графика, а нижнее деление шкалы линейки совпадало с нижним обрезом графика;

4) против отмеченной точки по шкале линейки прочитать широту места, а на верхней или нижней рамке графика — местное звездное время.

П р и м е р. В полете 14 декабря 1939 г. в 22 ч. 40 м. 50 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 54°37′ и Капелла 72°22′. Поправка секстанта +3′; поправка часов +1 м. 10 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 3).

Звезды	Капелла	Полярная	$T_{гр}$	19 ч. 42 м. 00 с.
$h_и$	72°22′	54°37′	$R+\alpha$	5 ч. 30 м. 18 с.
C	+3′	+3′	Местное звездное время	3 ч. 33 м. 00 с.
$h_{ист}$	72°25′	54°40′	Гринвич. звездн. время	1 ч. 12 м. 18 с.
$T_и$	22 ч. 40 м. 50 с.		Долгота	2 ч. 20 м. 42 с.
$-N^ч+\Delta u$	—3 ч. + 1 м. 10 с.		Широта	53°46′

ЗАДАЧИ

187. В полете 21 апреля 1939 г. в 1 ч. 50 м. 15 с. по времени 2-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 57°30′ и Вега 55°28′. Поправка секстанта +2′; поправка часов +2 м. 12 сек.

Определить широту и долготу места (астрографик 11).

188. В полете 8 мая 1939 г. в 0 ч. 15 м. 47 с. по времени 6-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 53°47′ и Вега 32°22′. Поправка секстанта +3′; поправка часов + 4 м. 03 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 10).

189. В полете 16 октября 1939 г. в 22 ч. 40 м. 20 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°41′ и Вега 37°10′. Поправка секстанта —1′; поправка часов +1 м. 10 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 16).

190. В полете 1 марта 1939 г. в 23 ч. 15 м. 12 с. по времени 2-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 56°24′ и Арктур 33°40′. Поправка секстанта —4; поправка часов — 5 м. 02 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 7).

191. В полете 25 августа 1939 г. в 1 ч. 47 м. 08 с. по времени 9-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 58°20′ и Арктур 21°40′. Поправка секстанта +5′; поправка часов — 3 м. 40 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 13).

192. В полете 17 марта 1939 г. в 22 ч. 18 м. 14 с. по времени 7-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°46′ и Арктур 35°42′. Поправка секстанта +4′; поправка часов — 4 м. 00 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 8).

193. В полете 2 ноября 1939 г. в 3 ч. 15 м. 00 с. по времени 2-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 54°28′ и Капелла 66°13′. Поправка секстанта +2′; поправка часов —3 м. 05 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 5).

194. В полете 8 июня 1939 г. в 0 ч. 16 м. 30 с. по времени 5-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 57°30′ и Вега 62°45′. Поправка секстанта —5′; поправка часов +0 м. 10 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 11).

195. В полете 11 января 1939 г. в 20 ч. 20 м. 40 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 56°28′ и Капелла 57°43′. Поправка секстанта +2′; поправка часов +4 м. 14 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 2).

196. В полете 28 февраля 1939 г. в 4 ч. 15 м. 27 с. по времени 8-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 53°20′ и Вега 62°32′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +2 м. 15 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 11).

197. В полете 17 ноября 1939 г. в 5 ч. 18 м. 46 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 58°34′ и Капелла 69°32′. Поправка секстанта —2′; поправка часов — 1 м. 28 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 5).

198. В полете 15 января 1939 г. в 20 ч. 21 м. 45 с. по времени 6-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°27′ и Капелла 76°18′. Поправка секстанта +3′; поправка часов +2 м. 18 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 3).

199. В полете 30 сентября 1939 г. в 21 ч. 36 м. 42 с. по времени 4-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 58°40′ и Вега 39°35′. Поправка секстанта +2′; поправка часов +4 м. 08 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 16).

200. В полете 10 февраля 1939 г. в 4 ч. 39 м. 00 с. по времени 8-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 52°55′ и Арктур 42°30′. Поправка секстанта —1′; поправка часов +2 м. 10 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 8).

201. В полете 8 мая 1939 г. в 0 ч. 22 м. 30 с. по времени 7-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 59°48′ и Арктур 32°37′. Поправка секстанта +3′; поправка часов —2 м. 18 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 13).

202. В полете 22 июня 1939 г. в 1 ч. 40 м. 36 с. по времени 2-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 52°10′ и Вега 60°33′. Поправка секстанта +2′; поправка часов —3 м. 12 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 14).

203. В полете 30 декабря в 21 ч. 30 м. 45 с. по времени 5-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°40′ и Капелла 65°25′. Поправка секстанта —5′; поправка часов +2 м. 10 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 2).

204. В полете 7 октября 1939 г. в 5 ч. 37 м. 48 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 57°36′ и Капелла 64°45′. Поправка секстанта +3′; поправка часов —1 м. 35 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 6).

205. В полете 31 марта 1939 г. в 3 ч. 24 м. 12 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 51°12′ и Вега 59°45′. Поправка секстанта +4′; поправка часов +1 м. 00 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 11).

206. В полете 12 августа 1939 г. в 2 ч. 10 м. 40 с. по времени 9-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 53°45′ и Вега 47°40′. Поправка секстанта —4′; поправка часов —3 м. 20 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 16).

207. В полете 8 августа 1939 г. в 23 ч. 15 м. 19 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°52′ и Арктур 28°32′. Поправка секстанта +3′; поправка часов +1 м. 06 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 13).

208. В полете 5 февраля 1939 г. в 21 ч. 40 м. 00 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 57°24′ и Капелла 57°45′. Поправка секстанта —4′; поправка часов —2 м. 15 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 6).

209. В полете 15 июля 1939 г. в 1 ч. 12 м. 40 с. по времени 2-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 56°48′ и Вега 55°10′. Поправка секстанта —3′; поправка часов +3 м. 20 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 15).

210. В полете 26 мая 1939 г. в 23 ч. 50 м. 48 с. по времени 9-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 54°12′ и Арктур 35°30′. Поправка секстанта —1′; поправка часов —2 м. 13 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 12).

211. В полете 28 июля 1939 г. в 2 ч. 09 м. 13 с. по времени 3-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 52°15′ и Вега 50°08′. Поправка секстанта + 2′; поправка часов —2 м. 18 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 15).

212. В полете 16 декабря 1939 г. в 22 ч. 18 м. 53 с. по времени 4-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 59°18′ и Капелла 60°13′. Поправка секстанта +7′; поправка часов +5 м. 48 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 2).

213. В полете 18 сентября 1939 г. в 3 ч. 40 м. 10 с. по времени 7-го пояса измерены высоты двух звезд: Полярная 55°22′ и Капелла 68°27′. Поправка секстанта +8′; поправка часов +1 м 50 с.

Определить широту и долготу места (астрографик 3).

Глава V

СПОСОБЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

§ 19. Предварительные вычисления и подготовка карты для упрощенного способа определения и прокладки сомнеровых линий

Способ прокладки сомнеровой линии основан на знании приближенного места самолета; поэтому можно всегда заранее наметить в предполагаемом районе полета одну или несколько точек, для которых и рассчитать предварительно высоты и азимуты светила для определенных моментов времени. Такие предварительные вычисления освобождают штурмана от довольно длительных и кропотливых расчетов элементов сомнеровой линии в полете.

Предварительные вычисления ведутся в следующем порядке:

1) зная день и примерную продолжительность полета, выбрать средний момент полета;

2) для выбранного среднего момента рассчитать гринвичский часовой угол светила в мерах дуги;

3) в районе предполагаемого полета выбрать счислимую точку (астрономический пункт); широта точки должна быть в целых градусах, а минуты долготы должны дополнять рассчитанный гринвичский часовой угол светила до целых градусов;

4) для выбранной точки определить местный часовой угол светила для среднего момента полета;

5) определить местные часовые углы для других моментов полета, взятых в целых часах; для этого необходимо к найденному для среднего момента местному часовому углу последовательно прибавлять на каждый последующий час по 15° и последовательно отнимать по 15° на каждый предыдущий час; рассчитанные часовые углы получаются всегда западными; если полученный часовой угол окажется больше 180°, то его необходимо обратить в восточный часовой угол;

6) для выбранной широты места и найденных местных часовых углов рассчитать высоты и азимуты светила; расчет выполняется обычным порядком по ТСЛ на специальном бланке (см. стр. 61);

7) найдя вычисленные высоты и прибавив к ним поправки на

рефракцию, получить видимые высоты, которые и записать в соответствующую графу;

8) на карту мелкого масштаба нанести выбранную счислимую точку и от нее провести линии вычисленных азимутов в направлении на светило и от светила; линии азимутов, проложенные в направлении на светило, оцифровать значениями видимых высот и соответствующих им моментов поясного времени;

9) из счислимого места провести ряд концентрических окружностей радиусами, равными 10, 20, 30 морским милям и т. д.; радиус внешнего круга — примерно 3°.

Пример (карта 100 верст в 1 дюйме, лист 1). Рассчитать высоты и азимуты Солнца и подготовить карту для упрощенного способа астроориентировки на период времени с 9 по 13 час. 23 мая 1939 г. Время 3-го пояса; координаты астрономического пункта: $\varphi_п = 55°$, $\lambda_п = 39°08'$. Высота полета 3 000 *м*.

1) Определяем местный часовой угол Солнца для среднего момента времени — 11 час.:

$$T_п = 11 \text{ час.}$$
$$N^ч = 3 \text{ „}$$

$$T_{гр} = 8 \text{ час.}$$
$$T^{\circ}_{гр} = 120°$$
$$E = 180°52'$$

$$t_{гр} = 300°52'$$
$$\lambda_п = 39°08'$$

$$t_м = 340° \text{ W}$$
$$t_м = 20° \text{ E}$$

2) Определяем местные часовые углы Солнца для остальных моментов через 1 час.

$T_п$	9 час.	10 час.	11 час.	12 час.	13 час.
$t_м$	50° E	35° E	20° E	5° E	10° W

3) По таблицам сомнеровых линий рассчитываем азимуты и видимые высоты Солнца.

Время в часах	9	10	11	12	13
$t_м$	50° E	35° E	20° E	5° E	10° W
K	65°46′	60°10′	56°39′	55°06′	55°25′
δ	20°25′	20°25′	20°26′	20°26′	20°27′
$K - \delta$	45°21′	39°45′	36°13′	34°40′	34°58′
A	4658	2487	852	54	217
B	15318	11416	9324	8488	8646
$A + B$	19976	13903	10176	8542	8863
$h_{выч}$	39°09′	46°33′	52°17′	55°14′	54°38′
A	68° E	31° E	31° E	8° E	16° W
$h_{вид}$	39°10′	46°34′	52°18′	55°14′	54°38′

4) По полученным координатам $\varphi_п = 55^\circ$ и $\lambda_п = 39^\circ 08'$ наносим на карту счислимую точку и от нее проводим линии вычисленных азимутов и окружности высот (рис. 11).

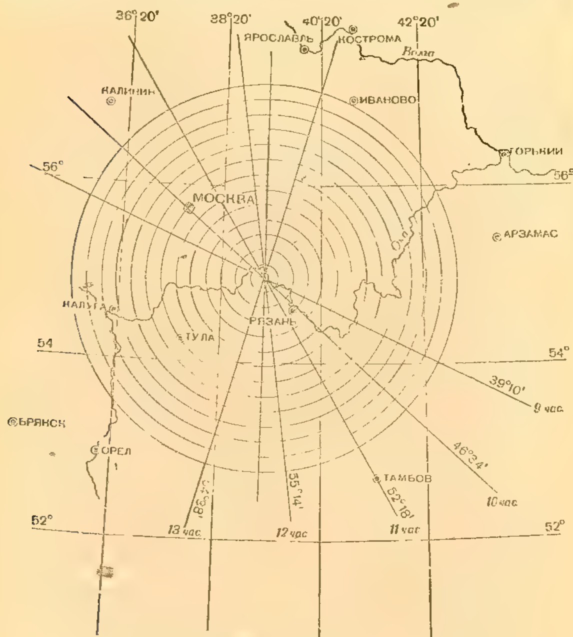


Рис. 11. Подготовка карты для упрощенного способа прокладки сомнеровых линий.

Все следующие задачи данного параграфа решать на карте масштаба 100 верст в 1 дюйме, лист 1.

ЗАДАЧИ

214. Рассчитать высоты и азимуты Солнца и подготовить карту для упрощенного способа астроориентировки на период времени с 6 до 10 час. 22 июня 1939 г. Время 3-го пояса. Координаты астрономического пункта: $\varphi = 57^\circ$, $\lambda = 41^\circ$. Высота полета 3 000 *м*.

Для подготовки астрографиков необходимо:

1) в районе полета выбрать центральный меридиан;

2) для какого-либо целого часа[1] поясного времени вычислить местное звездное время на выбранном меридиане;

3) к найденному моменту местного звездного времени прибавить последовательно по 30 м. 05 с. и получить местное звездное время для последующих моментов поясного времени через каждые полчаса;

4) на верхней и нижней рамках астрографика отметить полученные моменты местного звездного времени; каждую отметку оцифровать соответствующими значениями поясного времени;

5) вырезать графики из обложки и склеить их все вместе в одну сплошную полосу от 0 до 24 час. При склейке учитывать, что графики перекрывают по времени друг друга; поэтому необходимо следить, чтобы деление одного графика приходилось при склейке на таком же делении следующего графика. Для прочности все графики подклеить на материю.

Специальная калька района полета составляется в том же масштабе, в котором составлены астрографики (в проекции Меркатора).

Для изготовления такой кальки необходимо:

1) провести на кальке центральный меридиан;

2) приложив к меридиану целлулоидную линейку для определения широт, перенести на меридиан разметку этой линейки;

3) через полученные отметки провести параллели (через 1°) и оцифровать их соответственно надписям на линейке;

4) одну из параллелей наложить на верхнюю (или нижнюю) рамку астрографика и сделать отметки через каждые 4 мин. времени;

5) через сделанные отметки провести линии, параллельные центральному меридиану; эти линии будут представлять собой меридианы, проведенные через 1° долготы;

6) нанесенные меридианы оцифровать значениями долготы; оцифровку делать к востоку и к западу от центрального меридиана на весь район полета;

7) отрезки параллелей между меридианами разбить на 6 делений по 10′;

8) отрезки меридианов между параллелями также разбить на 6 делений, каждое соответственно разметке целлулоидной линейки.

П р и м е р. Подготовить астрографики для ночной астроориентировки на период времени с 22 до 2 час. 15 октября 1939 г. для центрального меридиана 30° восточной долготы. Время 3-го пояса.

1) Определяем местное звездное время в 22 час. поясного времени на центральном меридиане:

---

[1] Момент, начиная с которого в полете могут потребоваться наблюдения.

$$T_{п} = 22 \text{ час.}$$
$$N^{ч} = 3 \text{ „}$$
$$T_{гр} = 19 \text{ час.}$$
$$R + \alpha = 1 \text{ ч. } 33 \text{ м. } 38 \text{ с.}$$
$$S_{гр} = 20 \text{ ч. } 33 \text{ м. } 38 \text{ с.}$$
$$\lambda = 2 \text{ ч. } 00 \text{ м. } 00 \text{ с.}$$
$$S_{м} = 22 \text{ ч. } 33 \text{ м. } 38 \text{ с.}$$

2) Определяем местное звездное время на центральном меридиане для последующих моментов поясного времени через каждые полчаса:

Поясное время	Местное звездное время
22 час.	22 ч. 33 м. 38 с.
22 ч. 30 м.	23 ч. 03 м. 43 с.
23 час.	23 ч. 33 м. 48 с.
23 ч. 30 м.	0 ч. 03 м. 53 с. и т. д.

3) На основании сделанных расчетов подготовляем астрографики и кальку.

ЗАДАЧИ

224. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 0 до 4 час. 12 апреля 1939 г. Долгота центрального меридиана 30°. Время 3-го пояса.

225. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 22 до 2 час. 31 июля 1939 г. Долгота центрального меридиана 40°. Время 3-го пояса.

226. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 1 до 4 час. 7 октября 1939 г. Долгота центрального меридиана 35°. Время 3-го пояса.

227. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 2 до 5 час. 18 января 1939 г Долгота центрального меридиана 43°. Время 3-го пояса.

228. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 0 до 3 час. 28 февраля 1939 г. Долгота центрального меридиана 37°. Время 3-го пояса.

229. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 2 до 5 час. 16 октября 1939 г. Долгота центрального меридиана 29°. Время 3-го пояса

230. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 21 до 24 час. 22 декабря 1939 г. Долгота центрального меридиана 31°. Время 3-го пояса.

231. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 0 до 3 час. 16 мая 1939 г. Долгота центрального меридиана 30°. Время 3-го пояса.

232. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 0 до 2 час. 2 сентября 1939 г. Долгота центрального меридиана 29°. Время 3-го пояса.

233. Подготовить астрографики и кальку для ночной астроориентировки на период времени с 1 до 3 час. 17 марта 1939 г. Долгота центрального меридиана 36°. Время 3-го пояса.

Глава VI

ПРИМЕНЕНИЕ АСТРООРИЕНТИРОВКИ В ПОЛЕТЕ

§ 21. Использование сомнеровой линии для контроля пути

В дневном полете, когда имеется возможность наблюдать лишь Солнце, можно получить только одну сомнерову линию, которая может служить для контроля пути по маршруту.

Сомнеровы линии, пересекающие линию пути под углом, близким к прямому, используются для контроля по дальности.

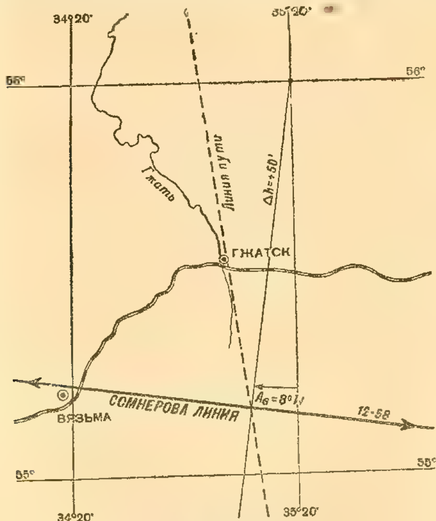


Рис. 12. Использование сомнеровой линии для контроля пути.

Сомнеровы линии, проходящие примерно параллельно линии пути, используются для контроля пути по направлению[1].

Пример (карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8). 19 мая 1939 г. в полете за облаками по маршруту Вышний-Волочек — Сухиничи штурман для определения, пройдена ли железная дорога Москва — Вязьма, в 12 ч. 58 м. 00 с. измерил высоту Солнца по уровню 54°20'. Поправка секстанта —5', поправка часов 3 м. 00 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 000 *м*.

Проложить сомнерову линию и определить, пройдена ли железная дорога Москва — Вязьма.

1) Рассчитываем сомнерову линию. Находим: $\Delta h = +50'$ и азимут $A = 8°$ W.

2) Прокладываем сомнерову линию на карте и определяем, что самолет прошел железную дорогу (рис. 12).

ЗАДАЧИ

234. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) Экипаж самолета получил задание 22 мая 1939 г. выполнить перелет из Москвы в Арзамас. В 11 ч. 40 м. самолет вылетел из Москвы, взяв курс на Арзамас. Высота полета 3 000 *м*, путевая скорость 250 *км/час*. Полет происходил над сплошной облачностью. В 12 ч. 50 м. облачность 2—3 балла. Штурман, не обнаружив железной дороги Москва — Арзамас, решил определить уклонение и в 12 ч. 52 м. 34 с. измерил высоту Солнца по уровню 54°04'. Поправка секстанта +5; поправка часов —3 м. 30 с. Время 3-го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить уклонение от маршрута.

235. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) Экипаж самолета получил задание 15 августа 1939 г. выполнить учебно-тренировочный полет над облаками по маршруту Рязань—Иваново—Горький—Рязань. В 12 ч. 30 м. самолет вылетел из Рязани курсом на Иваново. Высота полета 2 700 *м*. Путевая скорость 260 *км/час*. Для уточнения выхода из облаков над Иваново штурман в 13 ч. 20 м. 08 с. измерил высоту Солнца по уровню 46°00'. Поправка секстанта —4'; поправка часов +5 м. 16 с. Время 3-го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить время выхода из облаков над Иваново.

236. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 29 апреля 1939 г., идя по маршруту Вышний-Волочек — ст. Фаянсовая ($\varphi = 54°05'$, $\lambda = 34°20'$), самолет попал в полосу низкой облачности и, пробив ее, пошел над облаками. В 17 ч. 55 м. облачность разошлась, и в 18 ч. 05 м. самолет вышел на железную дорогу вне видимости г. Вязьма. Штурман, желая определить уклонение и исправить курс, в 18 ч. 06 м. 41 с. измерил высоту Солнца по види-

---

[1] При этом необходимо учитывать, что сомнерова линия определяется с точностью до ± 15 *км*.

мому горизонту 19°09′. Поправка секстанта +3′; поправка часов —4 м. 25 с. Высота полета 3 000 *м.*

Проложить сомнерову линию на карте и определить уклонение от маршрута.

237. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 24 марта 1939 г., возвращаясь после выполнения боевого задания и следуя по маршруту Бежецк — Касимов над облаками на высоте 3 200 *м*, штурман для определения, пройдена ли линия фронта Ростов — Переяславль-Залесский—Димитров, и для уточнения времени снижения и пробивания облаков в 9 ч. 22 м. 40 с. измерил высоту Солнца по уровню 23°35′. Поправка секстанта —3′; поправка часов +3 м. 23 с. Время 3 го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить, пройдена ли линия фронта.

238. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 14 июня 1939 г. в полете над облаками по маршруту Ржев—Кострома штурман для уточнения времени выхода над Костромой в 17 ч. 02 м. 10 с. измерил высоту Солнца по уровню 29°00′. Поправка секстанта +10′; поправка часов +4 м. 05 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 700 *м.*

Проложить на карте сомнерову линию и определить, пройдена ли железная дорога Москва — Ярославль.

239. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 2 июля 1939 г. в полете над облаками по маршруту Калуга—Лукоянов штурман для определения, пройдена ли река Ока, в 6 ч. 01 м. 20 с. измерил высоту Солнца по уровню 16°24′. Поправка секстанта —4′; поправка часов +2 м. 55 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 000 *м.*

Проложить на карте сомнерову линию и определить, пройдена ли река Ока

240. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) В 8 ч. 40 м. 28 марта 1939 г. самолет вылетел из Калуги для следования на Иваново. Высота полета 3 100 *м.* Путевая скорость 250 *км/час.* Следуя по маршруту над облаками, штурман для определения уклонения от линии пути в 9 ч. 42 м. 00 с. измерил высоту Солнца по уровню 27°12′. Поправка секстанта +2′; поправка часов +3 м. 05 с. Время 3-го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить уклонение от маршрута.

241. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 18 сентября 1939 г. в полете по маршруту Рязань—Ярославль штурман для определения времени выхода из облаков в районе Ярославля в 12 ч. 36 м. 51 с. измерил высоту Солнца по уровню 34°24′. Поправка секстанта +5′; поправка часов —4 м 14 с. Высота полета 2 800 *м.* Время 3-го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить время выхода из облаков в районе Ярославля.

242. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) В 7 ч. 40 м. 1 августа самолет вылетел из Каменец-Подольска на Бобруйск. Высота полета 3 000 *м.* Путевая скорость 280 *км/час.* Следуя над

облаками и опасаясь больших уклонений вследствие близости границы, штурман в 8 ч. 31 м. 02 с. измерил высоту Солнца по уровню 26°04'. Поправка секстанта +1'; поправка часов +1 м. 38 с. Время 3-го пояса.

Проложить на карте сомнерову линию и определить уклонение.

243. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 23 апреля 1939 г. в полете над облаками по маршруту Проскуров — Кременчуг штурман для контроля пути в 13 ч. 15 м. 02 с. измерил высоту Солнца по уровню 52°56'. Поправка секстанта +6'; поправка часов —2 м. 25 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 600 *м*. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 49°$, $\lambda_п = 30°$.

Проложить на карте сомнерову линию и определить уклонение от маршрута.

244. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 7 июня 1939 г. в 17 ч. 35 м. самолет вылетел из г. Мглин для следования на г. Чигирин. Высота полета 3 000 *м*. Путевая скорость 240 *км/час*. В 18 ч. 45 м. штурман через разрывы облаков определил, что самолет идет над железной дорогой. Для определения, какая это дорога, штурман в 18 ч. 48 м. 16 с. измерил высоту Солнца по уровню 17°55'. Поправка секстанта -5'; поправка часов —3 м. 00 с. Время 3-го пояса.

Проложить сомнерову линию на карте и определить, над какой железной дорогой проходит самолет.

245. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 30 октября 1939 г. в полете по маршруту Кременчуг—Гомель штурман, желая уточнить время выхода из облаков в районе Гомеля, в 10 ч. 52 м. 14 с. измерил высоту Солнца по уровню 20°43'. Поправка секстанта —4'; поправка часов +6 м. 10 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 800 *м*.

Проложить на карте сомнерову линию и определить, подошел ли самолет к цели.

246. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 31 мая 1939 г., выполняя полет над облаками по маршруту Торжок — Иваново —Горький, штурман, желая уточнить время поворота над Иваново, в 6 ч. 20 м. 24 с. измерил высоту Солнца по уровню 17°50'. Поправка секстанта +2'; поправка часов —4 м. 20 с. Высота полета 2 700 *м*. Время 3-го пояса.

Проложить по карте сомнерову линию и определить, на каком расстоянии от пункта поворота находится самолет.

247. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 25 августа 1939 г., выполняя полет над облаками по маршруту Тула — Калинин — Ярославль, штурман, желая уточнить время поворота на второй этап, в 11 ч. 17 м. 46 с. измерил высоту Солнца по уровню 41°41'. Поправка секстанта +3'; поправка часов —1 м. 30 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 000 *м*.

Проложить на карте сомнерову линию и определить, на каком расстоянии от пункта поворота находится самолет.

248. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 7 сентября 1939 г., возвращаясь после выполнения боевого задания и следуя за облаками по маршруту Юрьевец—Тула, штурман, для того чтобы определить, пройдена ли линия фронта Калязин — Александров—Касимов, в 14 ч. 54 м. 38 с. измерил высоту Солнца по уровню 31°11′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +2 м. 14 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 400 *м.*

Проложить на карте сомнерову линию и определить, пройдена ли линия фронта.

§ 22. Определение места по двум сомнеровым линиям

Определение места по двум сомнеровым линиям в ночном полете производится в том случае, когда невозможно наблюдать Полярную звезду или звезду, которую надо наблюдать в паре с нею; в полете днем — при видимости Луны. Расчетное место на карте в таком случае получается в точке пересечения сомнеровых линий наблюдаемых светил.

Пример (карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9). 7 августа 1939 г. в полете над облаками по маршруту Белгород — Брянск штурман для определения места в 8 ч. 14 м. 35 с. измерил по уровню высоту Солнца 27°14′ и высоту Луны 40°14′. Поправка секстанта —4′; поправка часов +5 м. 20 с. Время 3-го пояса. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 52°$, $\lambda_п = 35°$. Высота полета 2 800 *м.*



Рис. 13. Определение места по двум сомнеровым линиям.

Определить расчетное место самолета.

1) Рассчитываем сомнеровы линии по Солнцу и по Луне. Находим:

для Солнца:

$$\Delta h = +35'; \; A_в = 82° E;$$

для Луны

$$\Delta h = -43'; \; A_в = 47° W.$$

2) Нанеся на карту обе сомнеровы линии в точке их пересечения, получаем расчетное место самолета — дер. Головина (рис. 13).

ЗАДАЧИ

249. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В 11 ч. 55 м. 25 апреля 1939 г. самолет вылетел из Купянска в Моршанск. Высота полета 3 000 *м*. Путевая скорость 240 *км/час*. В 13 ч. 15 м. 49 с. штурман измерил по видимому горизонту высоту Солнца 52°11′ и высоту Луны 23°40′. Поправка секстанта +3′; поправка часов —2 м. 08 с. Время 4-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

250. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете 25 мая 1939 г., следуя по маршруту Борисоглебск — Севск, самолет в 13 ч. 30 м. прошел Воронеж. Высота полета 2 800 *м*. Путевая скорость 270 *км/час*. В 14 ч. 13 м. 26 с., следуя над сплошной облачностью, штурман измерил высоту Солнца 57°30′ и высоту Луны 14°50′. Измерения сделаны по искусственному горизонту. Поправка секстанта +4′; поправка часов —3 м. 15 с. Время 4-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

251. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете 28 марта 1939 г., находясь в районе Тамбов—Балашов, экипаж самолета потерял ориентировку. В 12 ч. 45 м. 14 с. штурман по видимому горизонту измерил высоту Солнца 41°39′ и высоту Луны 20°12′. Высота полета 2 400 *м*. Поправка секстанта + 2′; поправка часов +3 м. 25 с. Время 3-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

252. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) 6 ноября 1939 г. в полете по маршруту Харьков—Кирсанов штурман для уточнения места самолета в 11 ч. 30 м. 47 с. измерил по видимому горизонту высоту Солнца 23°51′ и высоту Луны 25°13′. Поправка секстанта —2′; поправка часов —1 м. 12 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 100 *м*. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_в = 40°$.

Определить расчетное место самолета.

253. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) 15 января 1939 г. в полете по маршруту над облаками штурман для уточнения места самолета в 10 ч. 56 м. 10 с. измерил высоту Солнца 9°20′ и высоту Луны 16°43′. Высота полета 3 000 *м*. Поправка секстанта +5′; поправка часов +4 м. 30 с. Измерения сделаны

по искусственному горизонту. Время 3-го пояса. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 50^\circ$, $\lambda_п = 38^\circ$.

Определить расчетное место самолета.

254. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете 14 февраля 1939 г. штурман, желая уточнить время выхода из облаков, в 11 ч. 36 м. 50 с. измерил высоту Солнца 23°25′ и высоту Луны 10°45′. Высота полета 3 200 *м*. Измерения сделаны по искусственному горизонту. Поправка секстанта +7′; поправка часов —6 м. 45 с. Время 3-го пояса. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 52^\circ$, $\lambda_п = 37^\circ$.

Определить расчетное место самолета.

255. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете 18 декабря 1939 г., находясь в районе Брянск—Орел, экипаж самолета потерял ориентировку. В 15 ч. 04 м. 40 с. штурман по искусственному горизонту измерил высоту Солнца 11°49′ и высоту Луны 14°02′. Высота полета 2 000 *м* Поправка секстанта +6′; поправка часов —4 м. 36 с. Время 4-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

256. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) 14 марта 1939 г. в 8 ч. 35 м. самолет вылетел из Харькова для следования на Балашов. Высота полета 3 100 *м*. Путевая скорость, определенная при вылете, 230 *км/час*. В 9 ч. 46 м. 31 с., следуя над облаками, штурман, желая определить пройдена ли река Дон, измерил по искусственному горизонту высоту Солнца 26°47′ и высоту Луны 13°00′. Поправка секстанта —1′; поправка часов +4 м. 28 с. Время 3-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

257. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете 12 апреля 1939 г., находясь в районе Воронеж—Борисоглебск, экипаж самолета потерял ориентировку. В 8 ч. 56 м. 55 с. штурман по видимому горизонту измерил высоту Солнца 32°09′ и высоту Луны 17°17′. Поправка часов +3 м. 05 с.; поправка секстанта —4′. Время 3-го пояса. Высота полета 2 200 *м*.

Определить расчетное место самолета.

258. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 9.) В полете над облаками 12 мая 1939 г. штурман для уточнения места самолета в 9 ч. 22 м. 38 с. измерил по искусственному горизонту высоту Солнца 39°09′ и высоту Луны 25°51′. Высота полета 2 800 *м*. Поправка секстанта +2′; поправка часов —2 м. 18 с. Время 3-го пояса. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51^\circ$, $\lambda_п = 36^\circ$.

Определить расчетное место самолета.

259. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 2 мая 1939 г. в 22 ч. 10 м. самолет вылетел из г. Винница для следования на Гомель. Высота полета 1 200 *м*. Путевая скорость 250 *км/час*. В 23 ч. 05 м. 00 с. штурман измерил высоты двух звезд: Арктур 53°37′ и Поллукс 29°54′. Поправка секстанта +8′; поправка часов —4 м. 56 с. Время 3-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

260. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 10 января 1939 г. полет по маршруту Могилев — Ромны. Контрольный ориентир — Переяславль—в расчетное время не обнаружен. Для восстановления ориентировки штурман в 2 ч. 37 м. 02 с. измерил высоты двух звезд: Альдебаран 26°35′ и Регул 49°41′. Поправка секстанта +6′; поправка часов +5 м. 47 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 600 *м*.

Определить расчетное место самолета.

261. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) В полете 20 марта 1939 г., находясь в районе Киев—Овруч, штурман потерял ориентировку. В 0 ч. 35 м. 28 с. он измерил высоты двух звезд: Капелла 33°06′ и Денебола 53°51′. Поправка секстанта +2′; поправка часов —1 м. 16 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 700 *м*.

Определить расчетное место самолета.

262. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 17 февраля 1939 г., следуя по маршруту Каменец-Подольск — Ромны, штурман для определения, пройдена ли река Днепр, в 22 ч. 10 м. 28 с. измерил высоты двух звезд: Бетельгейзе 45°03′ и Регул 36°33′. Поправка секстанта —1′; поправка часов —3 м. 19 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 200 *м*.

Определить расчетное место самолета.

263. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 21 июня 1939 г. экипаж самолета в районе Новоград-Волынский—Радомысль потерял ориентировку. Для определения места самолета штурман в 0 ч. 48 м. 27 с. измерил высоты двух звезд: Альтаир 38°56′ и Арктур 40°49′. Поправка секстанта +2′; поправка часов —6 м. 27 с. Высота полета 2 000 *м*. Время 3-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

264. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В 4 ч. 05 м. 8 июня 1939 г. самолет вылетел из Минска на Рославль. Высота полета 2 700 *м*. Путевая скорость 270 *км/час*. Следуя по маршруту, экипаж самолета потерял ориентировку. Для определения места самолета штурман в 5 ч. 06 м. 12 с. измерил высоту Луны 25°58′ и высоту Венеры 13°36′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +4 м. 07 с. Время 3-го пояса.

Определить расчетное место самолета.

265. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В полете 27 декабря 1939 г., находясь в районе Велиж — Белой, экипаж самолета потерял ориентировку. В 21 ч. 00 м. 20 с. штурман для определения места самолета измерил высоту Луны 21°04′ и высоту Марса 22°47′. Поправка секстанта +1′; поправка часов +0 м. 27 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 200 *м*.

Определить расчетное место самолета.

266. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 29 августа самолет, вылетев из г. Дорогобуж, взял курс на Новоржев. В 3 ч. 55 м. по расчету он должен был пролететь Великие Луки, однако на них не вышел. Для определения уклонения и места самолета

штурман в 4 ч. 02 м. 31 с. измерил высоту Луны 9°15′ и высоту Юпитера 33°32′. Поправка секстанта —1′; поправка часов —2 м. 16 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 700 *м*.

Определить расчетное место самолета.

267. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В полете 24 ноября 1939 г. штурман для восстановления потерянной ориентировки в 18 ч. 09 м. 05 с. измерил высоту Луны 21°06′ и высоту Марса 21°06′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +1 м. 28 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 400 *м*. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 32°$.

Определить расчетное место самолета.

268. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 8 мая 1939 г. в полете по маршруту Борисов—Новоржев самолет в расчетное время не вышел на Полоцк. Штурман для восстановления ориентировки в 6 ч 34 м. 23 с. измерил высоту Венеры 17°25′ и высоту Луны 10°45′. Поправка секстанта +4′; поправка часов +6 м. 21 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 000 *м*.

Определить расчетное место самолета.

§ 23. Использование наблюдений Полярной звезды для контроля пути и определения места. Определение места по сомнеровой линии и широте

В ночном полете иногда не удается применить метод совокупного определения широты и долготы по паре звезд вследствие того, что одна из звезд бывает закрыта облаками.

Наблюдения одной Полярной звезды можно в некоторых случаях использовать для контроля пути.

Когда звезды, наблюдаемые в паре с Полярной, закрыты, можно применить способ определения расчетного места по широте и сомнеровой линии любой из звезд. Расчетное место в этом случае находится в точке пересечения параллели (соответствующей определенной широте) и сомнеровой линии.

Пример 1 (карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4). 27 декабря 1939 г. в полете по маршруту Новозыбков—Золотоноша штурман в 20 ч. 30 м. измерил высоту Полярной 50°45′. Поправка секстанта —1′. Время 3-го пояса.

Определить, пройдена ли железная дорога Киев—Лубны.

1) По бортовой карте звездного неба определяем поправку к высоте Полярной —44′.

2) Определяем широту места:

$$\varphi = 50°45' - 44' - 1' = 50°.$$

3) Проложив на карте параллель, соответствующую найденной широте, устанавливаем, что железная дорога пройдена (рис. 14).

Пример 2 (карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4). 16 сентября 1939 г. в полете по маршруту Кременчуг—Мозырь в 22 ч. 02 м. 10 с. штурман для определения места измерил высоты двух звезд.

Полярная 51°57′ и Гемма (α Северной Короны) 29°05′. Поправка часов —1 м. 05 с.; поправка секстанта —4′. Время 3-го пояса. Высота полета 2000 *м.* Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_п = 30°$.

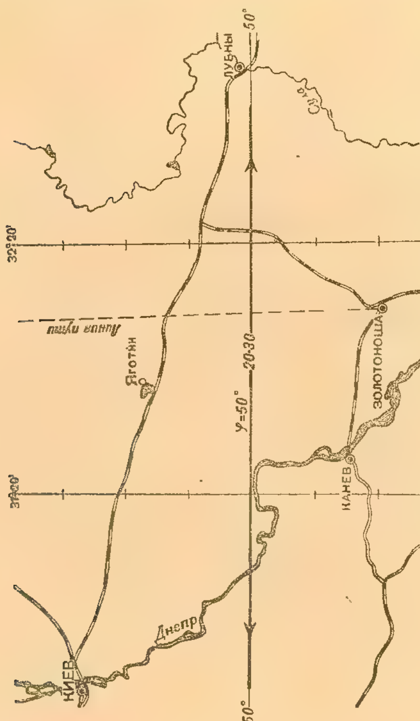


Рис. 14. Использование наблюдений Полярной для контроля пути.

Определить место самолета.

1) Пользуясь бортовой картой звездного неба, определяем поправку к высоте Полярной —18′.

2) Определяем широту места:

$$\varphi = 51°57' - 18' - 4' = 51°35'.$$

3) Рассчитываем сомнерову линию по звезде Гемма. Находим:

$$\Delta h = +26' \text{ и } A_{в} = 98° \text{ W}.$$

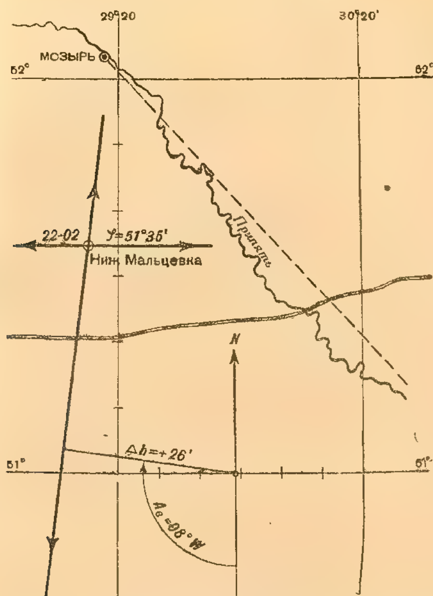


Рис 15. Определение места по широте и сомнеровой линии.

4) Проложив на карте сомнерову линию и параллель, соответствующую найденной широте 51°35', в точке пересечения этих линий получаем расчетное место самолета — Ниж. Мальцевка (рис. 15).

ЗАДАЧИ

269. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 20 сентября 1939 г. в полете по маршруту Сасово—Сухиничи в расчетное время 23 ч. 45 м. самолет не вышел на контрольный ориентир — г. Тула. Штурман, желая определить уклонение, в 23 ч. 50 м. измерил высоту Полярной 54°54'. Поправка секстанта —3'. Время 3-го пояса.

Определить уклонение от маршрута.

270. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 10 марта 1939 г. в полете по маршруту Ряжск—Ярославль штурман в 3 ч. 25 м. измерил высоту Полярной 54°27′. Поправка секстанта +2′. Время 3-го пояса.

Определить, пройдена ли железная дорога Москва—Владимир.

271. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 12 апреля 1939 г. в полете по маршруту Медынь — Лукоянов штурман для определения правильности следования по маршруту в 2 ч. 40 м. измерил высоту Полярной 54°10′. Поправка секстанта +7′. Приближенная долгота 40°. Время 3-го пояса.

Определить уклонение от маршрута.

272. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 30 ноября 1939 г. в полете по маршруту Калуга — Вышний-Волочек штурман в 22 ч. 38 м. измерил высоту Полярной 57°15′. Поправка секстанта +5′. Время 3-го пояса.

Определить, пройдена ли железная дорога Москва—Ржев.

273. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 3 января 1939 г. в полете по маршруту Наровчат — Кинешма штурман в 5 ч. 10 м. измерил высоту Полярной 55°00′. Поправка секстанта +3′. Время 4-го пояса.

Определить, пройдена ли железная дорога Владимир — Горький.

274. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 23 февраля 1939 г. в полете по маршруту Старый Быхов — Опочка штурман для определения места в 0 ч. 45 м. 32 с. измерил высоты двух звезд: Полярная 54°52′ и Бетельгейзе 22°17′. Поправка секстанта +4′; поправка часов +3 м. 40 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 300 *м*. Приближенные координаты: $\varphi_п = 55°$, $\lambda_п = 29°$.

Определить место самолета.

275. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 27 мая 1939 г. в полете по маршруту Торопец—Минск штурман в 1 ч. 05 м. 17 с. измерил высоты двух звезд: Полярная 53°46′ и Денебола 24°15′. Поправка секстанта +5′; поправка часов +5 м. 48 с. Время 3-го пояса. Приближенные координаты: $\varphi_п = 55°$, $\lambda_п = 29°$. Высота полета 1 800 *м*.

Определить место самолета.

276. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 12 октября 1939 г. в полете по маршруту Смоленск—Порхов штурман в 22 ч. 30 м. 40 с. измерил высоты двух звезд: Полярная 57°06′ и Альдебаран 17°58′. Поправка секстанта —4′; поправка часов +6 м. 12 с. Время 3-го пояса. Приближенные координаты: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 31°$. Высота полета 1 000 *м*.

Определить место самолета.

277. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 25 мая 1939 г. в полете по маршруту Демьянск—Лепель штурман в 0 ч. 10 м. 36 с. измерил высоты двух звезд: Полярная 55°20′ и Денеб 41°02′.

Поправка секстанта —7′; поправка часов +2 м. 35 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 500 *м*. Приближенные координаты: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 30°$.

Определить место самолета.

278. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 12 октября 1939 г. в полете по маршруту Минск—Рославль штурман в 0 ч. 10 м. 40 с. измерил высоты двух звезд: Полярная 54°50′ и Альтаир 24°00′. Поправка секстанта 0′; поправка часов —4 м. 15 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 200 *м*. Приближенные координаты: $\varphi_п = 54°$, $\lambda_п = 31°$.

Определить место самолета.

§ 24. Использование предварительных вычислений для астроориентировки в полете

Для прокладки сомнеровой линии упрощенным способом по подготовленной карте необходимо:

1) измеренную высоту светила исправить на поправку секстанта и получить истинную высоту $h_{ист}$;

2) на карте выбрать линию азимута, соответствующую моменту наблюдения, и на ней прочитать значение вычисленной высоты $h_в$;

3) определить разность высот в минутах дуги:

$$\Delta h = h_{ист} - h_в;$$

4) пользуясь проведенными на карте концентрическими окружностями, отложить по выбранной линии азимута полученную разность высот, причем положительную разность высот отложить в направлении на светило, а отрицательную — в противоположном направлении;

5) через полученную точку перпендикулярно к линии азимута провести сомнерову линию.

Пример. Измеренная высота Солнца (по уровню) 51°10′. Момент наблюдения 11 час. Поправка секстанта +3′.

Проложить сомнерову линию на карте, используя предварительную подготовку (см. рис. 11).

1) Определяем истинную высоту:

$$51°10' + 3' - 51°13'.$$

2) На подготовленной карте отыскиваем линию азимута, соответствующую моменту времени 11 час., и по ней читаем вычисленную высоту: 52°18′.

3) Определяем разность высот в минутах:

$$\Delta h = h_{ист} - h_в = 51°13' - 52°18' = -1°05' = -65'.$$

4) Так как Δh отрицательна, то откладываем ее в направлении от светила и через полученную точку проводим сомнерову линию (рис. 16).

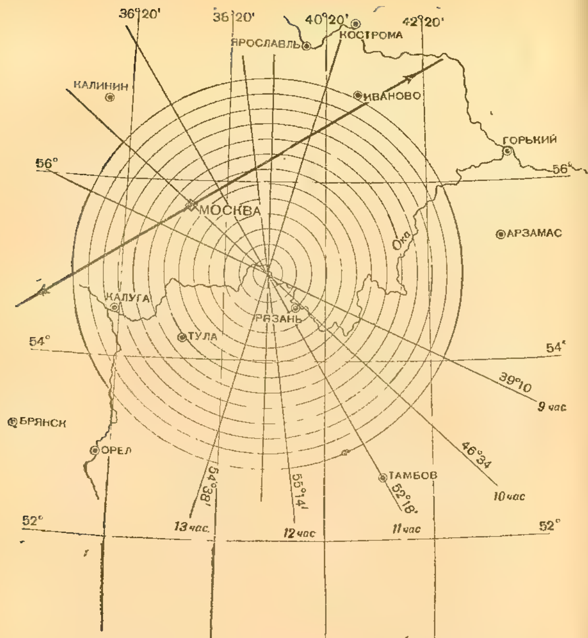


Рис. 16. Упрощенный способ определения и прокладки сомнеровой линии на подготовленной карте.

При определении широты и долготы места с использованием подготовленных астрографиков и кальки необходимо:

1) соответственно измеренным высотам звезд нанести на астрографик точку;

2) наложить на астрографик подготовленную кальку так, чтобы проведенный на ней центральный меридиан проходил через отметки местного звездного времени, соответствующие моменту наблюдения;

3) пользуясь картографической сеткой меридианов и параллелей кальки, определить широту и долготу точки, нанесенной на астрографик. Это и будет широта и долгота места самолета в момент наблюдения.

Пример. Измеренные высоты звезд: Полярная 56°25′ и Вега 40°15′. Момент наблюдения 23 часа. Поправка секстанта +5′.

Определить широту и долготу, используя предварительную подготовку в примере § 20.

Нанеся на астрографик точку и наложив кальку, получаем: широта 55°40′, долгота 29°.

ЗАДАЧИ

279. В полете 12 апреля 1939 г. штурман в 2 ч. 30 м. измерил высоты двух звезд: Полярная 52°10′ и Вега 50°26′. Поправка секстанта +4′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 224.

280. В полете 31 июля 1939 г. штурман в 1 час измерил высоты двух звезд: Полярная 56°42′ и Вега 61°24′. Поправка секстанта +3′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 225.

281. В полете 7 октября 1939 г. штурман в 1 ч. 30 м. измерил высоты двух звезд: Полярная 55°24′ и Капелла 58°21′. Поправка секстанта +6′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 226.

282. В полете 18 января 1939 г. штурман в 3 часа измерил высоты двух звезд: Полярная 57 10′ и Арктур 38°15′. Поправка секстанта —5′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 227.

283. В полете 28 февраля 1939 г. штурман в 3 часа измерил высоты двух звезд: Полярная 53°15′ и Вега 30°25′. Поправка секстанта +4′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 228.

284. В полете 16 октября 1939 г. штурман в 2 ч. 30 м. измерил высоты двух звезд: Полярная 54°12′ и Капелла 70°10′. Поправка секстанта +8′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 229.

285. В полете 22 декабря 1939 г. штурман в 22 часа измерил высоты двух звезд: Полярная 56°20′ и Капелла 68°55′. Поправка секстанта —4′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 230.

286. В полете 16 мая 1939 г. штурман в 1 ч. 30 м. измерил высоты двух звезд: Полярная 55°16′ и Вега 61°46′. Поправка секстанта +4′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 231.

287. В полете 2 сентября 1939 г. штурман в 1 час измерил высоты двух звезд: Полярная 52°48′ и Вега 45°17′. Поправка секстанта —8′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 232.

288. В полете 17 марта 1939 г. штурман в 2 часа измерил высоты двух звезд: Полярная 55°44′ и Вега 31°36′. Поправка секстанта —1′.

Определить широту и долготу места, используя предварительно подготовленную карту из задачи 233.

289. 22 июня 1939 г. в полете за облаками по маршруту Калинин—Вологда штурман в 7 час. измерил высоту Солнца по уровню 24°27′. Поправка секстанта —3′.

Проложить сомнерову линию на карте и определить уклонение от маршрута, используя предварительно подготовленную карту из задачи 214.

290. 12 июля 1939 г. в полете за облаками по маршруту Москва — Шацк штурман в 13 час. измерил высоту Солнца по уровню 51°10′. Поправка секстанта +6′.

Проложить сомнерову линию и определить уклонение от маршрута, используя предварительно подготовленную карту из задачи 215.

291. 14 сентября 1939 г. в полете за облаками по маршруту Рязань—Новгород штурман в 10 час. измерил высоту Солнца по уровню 30°39′. Поправка секстанта —1′.

Используя предварительно подготовленную карту из задачи 216, проложить сомнерову линию на карте и определить, пройдена ли железная дорога Бологое—Великие Луки.

292. 25 апреля 1939 г. в полете за облаками по маршруту Москва—Горький штурман в 11 час. измерил высоту Солнца по уровню 44°53′. Поправка секстанта +2′.

Проложить сомнерову линию на карте и определить уклонение от маршрута, используя предварительно подготовленную карту из задачи 217.

293. 8 февраля 1939 г. в полете по маршруту Псков—Брянск штурман в 15 час. измерил высоту Солнца по уровню 8°21′. Поправка секстанта —7′.

Проложить сомнерову линию и определить уклонение от маршрута, используя предварительно подготовленную карту из задачи 218.

294. 20 марта 1939 г. в полете за облаками по маршруту Череповец - Смоленск штурман в 13 час. измерил высоту Солнца по уровню 33°41′. Поправка секстанта +4′.

Используя предварительно подготовленную карту из задачи 219, проложить сомнерову линию на карте и определить, пройдена ли железная дорога Москва—Великие Луки.

295. 7 февраля 1939 г. в полете по маршруту Рязань—Харьков штурман в 9 час. измерил высоту Солнца по уровню 8°20′. Поправка секстанта —3′.

Проложить сомнерову линию и определить уклонение от маршрута, используя предварительно подготовленную карту из задачи 220.

296. 15 мая 1939 г. в полете за облаками по маршруту Орел—Усть-Медведицкая (г. Серафимович) штурман в 10 час. измерил высоту Солнца по уровню 46°55′. Поправка секстанта +8′.

Используя предварительно подготовленную карту из задачи 221, проложить сомнерову линию на карте и определить, пройдена ли железная дорога Балашов—Валуйки.

297. 29 августа 1939 г. в полете за облаками по маршруту Тамбов—Ярославль штурман в 12 час. измерил высоту Солнца по уровню 44°25′. Поправка секстанта —4′.

Проложить сомнерову линию на карте и определить, пройдена ли железная дорога Москва—Арзамас, используя предварительно подготовленную карту из задачи 222.

298. 11 ноября 1939 г. в полете за облаками по маршруту Курск—Владимир штурман в 13 час. измерил высоту Солнца по уровню 16°34′. Поправка секстанта +6′.

Используя предварительно подготовленную карту из задачи 223, проложить сомнерову линию на карте и определить, пройдена ли река Ока.

§ 25. Определение места в полете путем применения средств радионавигации и астрономических наблюдений

Для определения места по сомнеровой линии и пеленгу радиостанции (или радиомаяка) необходимо нанести на карту сомнерову линию и от запеленгованной радиостанции отложить линию обратного пеленга; расчетное место получается в точке пересечения этих линий.

При решении задач на определение места по сомнеровой линии и пеленгу радиомаяка следует пользоваться типовой схемой передачи радиомаяков. Для определения координат, пеленгуемых радиостанцией, надо брать центры указанных пунктов.

П р и м е р (карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3). В полете 29 ноября 1939 г. экипаж самолета в районе Минск—Могилев потерял ориентировку. Штурман для определения места на ИК = 110° измерил курсовой угол на радиостанцию Витебск 280° и в 15 ч. 03 м. 52 с. измерил высоту Солнца по уровню 10°10′. Поправка секстанта —7′, поправка часов — 3 м. 04 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 000 *м*. Радиодевиация +4°.

Определить расчетное место самолета.

1) Определяем истинный обратный пеленг радиостанции Витебск:

$$ИОП = ИК + КУ + \Delta_р \pm 180^\circ = 110^\circ + 280^\circ + 4^\circ - 180^\circ = 214^\circ,$$

где ИК — истинный курс самолета,

КУ — курсовой угол радиостанции,

$\Delta_р$ — радиодевиация.


28°20'
28°20'
оз. Жеринское
ВИТЕБСК
ИОП=214°
БОРИСОВ
оз. Селява
N
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
15-04
Березина
Домовицкое
Δh=+15'
ЧЕРВЕНЬ
55°
ОРША
Днепр
30°20'

Рис. 17.

2) Рассчитываем сомнерову линию:

Дата: 29 ноября 1939 г.		Солнце
$h_п$ 10°11'	T_c 15 ч. 03 м. 52 с. $-N^c+\Delta u$ −3 ч. −3 м. 04 с.	K 58°22' δ −21°23'
C −7' r −4' $p+$ $n-$	$T_{гр}$ 12 ч. 00 м. 48 с. $T^{\circ}_{гр}$ 180°12' R 182°58'	$K-\delta$ 79°45' A 2216 B 74972
−11' $R+\alpha$ α	$t_{гр}$ 3°10' $\lambda_п$ 28°50' +E −W $t_м$ 32° W $t_м$ E $\varphi_п$ 54°	$A+B$ 77188 h 9°59' $h_в$ 9°44' Δh +15 $A_в$ 30° W

3) Прокладываем сомнерову линию на карте и от запеленгованной радиостанции Витебск откладываем полученный ИОП = =214°. В точке пересечения сомнеровой линии и пеленга получаем расчетное место самолета — Домовицкое (рис. 17).

ЗАДАЧИ

299. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В полете 9 апреля 1939 г. экипаж самолета в районе Остров—Опочка—Холм потерял ориентировку. Для определения места самолета штурман в 14 ч. 54 м. 30 с. измерил высоту Солнца по видимому горизонту 37°25' и запросил пеленг у наземной пеленгаторной станции г. Торопец: ИОП = 275°. Поправка секстанта —4'; поправка часов +3 м. 18 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 200 *м*.

Определить место самолета.

300. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 25 марта 1939 г. в полете по маршруту Минск—Демьянск экипаж самолета, выйдя из облаков, потерял ориентировку. Для определения места самолета штурман на ИК = 30° измерил курсовой угол на радиостанцию Смоленск 130° и в 12 ч. 18 м. 04 с. измерил

высоту Солнца по уровню 34°01′. Поправка секстанта +4′; поправка часов —3 м. 04 с. Время 3-го пояса. Высота полета 700 *м*. Радиодевиация +8.

Определить место самолета.

301. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В полете 15 сентября 1939 г. экипаж самолета потерял ориентировку в районе Торопец—Демьянск. Для определения места самолета штурман в 14 ч. 49 м. 43 с. измерил высоту Солнца по уровню 30°38′ и, настроившись на радиомаяк в Невеле, установил, что из передачи пропадает буква „К". Поправка секстанта —3′; поправка часов +2 м. 25 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 200 *м*.

Определить место самолета.

302. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 8 августа 1939 г. в полете над облаками по маршруту Смоленск—Остров штурман для определения места в 12 ч. 19 м. 05 с. измерил высоту Солнца по уровню 49°38′ и взял курсовой угол 205° на радиостанцию Смоленск. Поправка секстанта —2′; поправка часов +1 м. 11 с. Время 3-го пояса. Истинный курс самолета 310°. Радиодевиация —2°. Приближенные координаты самолета: $\varphi_п = 56°$, $\lambda_п = 30°$. Высота полета 2 000 *м*.

Определить место самолета.

303. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) В 11 час. 14 июня 1939 г. самолет вылетел из г. Себеж на Чериков. Высота полета 2 000 *м*. Путевая скорость 230 *км/час*. Полет за облаками по равносигнальной зоне радиомаяка Чериков. В 11 ч. 40 м. 55 с. для определения места самолета штурман измерил высоту Солнца по уровню 55°14′. Поправка секстанта +1′; поправка часов —0 м. 23 с. Время 3-го пояса.

Определить место самолета.

304. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 21 июня 1939 г. в полете за облаками из Юрьевца на Калинин штурман для определения места в 16 ч. 58 м. 35 с. измерил высоту Солнца по уровню 32°11′ и курсовой угол радиостанции Калинин 0°. Поправка секстанта —3′; поправка часов —2 м. 27 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 600 *м*. Истинный курс 262°. Приближенная долгота 38°. Радиодевиация 0°.

Определить место самолета.

305. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) В полете 4 мая 1939 г. экипаж самолета потерял ориентировку в районе Горький—Юрьевец—Варнавин. Для определения места самолета штурман в 18 ч. 25 м. 34 с. измерил высоту Солнца по уровню 18°50′ и на ИК = 164° взял курсовой угол 94° на радиостанцию Иваново. Поправка секстанта —4′; поправка часов —6 м. 06 с. Время 4-го пояса. Высота полета 3 000 *м*. Радиодевиация +6°.

Определить место самолета.

306. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 6 июля 1939 г. в полете за облаками по маршруту Краснослободск—Серпухов, следуя по пеленгу на радиомаяк Серпухов, штурман для опре-

деления места самолета в 9 ч. 34 м. 39 с. измерил высоту Солнца по уровню 37°38′. Поправка секстанта —2′; поправка часов +4 м. 25 с. Время 4-го пояса. Высота полета 2 700 *м*. Приближенная долгота 40°.

Определить место самолета.

307. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) В 13 ч. 40 м. 18 сентября 1939 г. самолет вылетел из г. Старо-Константинов на Гомель. В 14 ч. 52 м. 57 с. штурман измерил высоту Солнца по уровню 34°43′ и запросил пеленг у наземной радиопеленгаторной станции Старо-Константинов: ИОП = 45°. Поправка секстанта +6′; поправка часов —3 м. 13 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 900 *м*. Путевая скорость 250 *км/час*.

Определить расчетное место самолета.

308. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) В полете 1 ноября 1939 г. экипаж самолета потерял ориентировку в районе Мозырь—Бобруйск. Штурман в 12 ч. 58 м. 12 с. измерил высоту Солнца по видимому горизонту 24°37′ и запросил пеленг от наземной радиопеленгаторной станции Овруч: ИОП = 345°. Поправка секстанта —3′; поправка часов +2 м. 08 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 000 *м*.

Определить место самолета.

309. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 17 января 1939 г. в полете над облаками из Переяславля на Мглин штурман для определения места в 13 ч. 03 м. 06 с. измерил высоту Солнца по уровню 17°15′ и взял курсовой угол 180° на радиостанцию Нежин; ИК = 20°. Поправка секстанта +2′; поправка часов —1 м. 04 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 000 *м*. Радиодевиация +4°. Приближенная широта 52°.

Определить место самолета.

310. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 4.) 16 марта 1939 г. в полете над облаками по равносигнальной зоне из Старо-Константинова на радиомаяк Рогачев штурман для определения места в 12 ч. 14 м. 23 с. измерил высоту Солнца по уровню 35°15′. Поправка секстанта —3′; поправка часов +1 м. 17 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 400 *м*. Приближенные координаты: $\varphi_п = 51°$, $\lambda_п = 28°$.

Определить место самолета.

311. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 3.) 4 сентября 1939 г. в полете экипаж самолета потерял ориентировку в районе Торопец—Белой—Велиж. В 7 ч. 48 м. 19 с. штурман измерил высоту Солнца по видимому горизонту 16°24′ и определил, что в передаче радиомаяка Невель одинаково замирали буквы „З" и „В". Поправка секстанта —2′; поправка часов +4 м. 21 с. Время 3-го пояса. Высота полета 1 000 *м*.

Определить место самолета.

312. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 7 июня 1939 г. в полете над облаками по маршруту Ряжск—Ярославль штурман в 12 ч. 53 м. 12 с. измерил высоту Солнца по уровню 55°50′

и взял курсовой угол 170° на радиостанцию Рязань. Радиодевиация —1°; ИК = 10°. Поправка секстанта +2′; поправка часов —2 м. 00 с. Время 3-го пояса. Высота полета 2 900 *м.* Приближенная широта 56°.

Определить место самолета.

313. (Карта 25 верст в 1 дюйме, лист 8.) 21 мая 1939 г. в полете над облаками по маршруту Вышний-Волочек—Варнавин штурман на ИК = 90° взял курсовой угол 174° на радиостанцию Ярославль и в 16 ч. 59 м. 46 с. измерил высоту Солнца по уровню 25°50′. Поправка секстанта —2′; поправка часов —3 м. 18 с. Время 3-го пояса. Высота полета 3 000 *м.* Радиодевиация 0°. Приближенная долгота 42°.

Определить место самолета.

Средние координаты звезд на 1939 г.

№	Название	Величина	Прямое восхождение α	Склонение δ
			° ′	° ′
1	α Андромеды	2.2	1 18	+28 45
2	β Кассиопеи	2.4	1 29	+58 49
3	α Кассиопеи	2.1—2.6	9 15	+56 12
4	β Кита	2.2	10 08	−18 19
5	γ Кассиопеи	2.2	13 15	+60 23
6	β Андромеды	2.4	16 55	+35 18
7	α М. Медведицы (Полярная)	2.1	25 30	+88 58
8	γ′ Андромеды	2.3	30 02	+42 02
9	α Овна	2.2	30 56	+23 10
10	α Персея	1.9	49 59	+49 39
11	α Тельца (Альдебаран)	1.1	68 06	+16 23
12	β Ориона (Ригель)	0.3	77 54	−8 16
13	α Возничего (Капелла)	0.2	78 03	+45 56
14	γ Ориона (Беллятрикс)	1.7	80 23	+6 18
15	β Тельца	1.8	80 36	+28 33
16	δ Ориона	2.5	82 18	−0 21
17	ε Ориона	1.8	83 17	−1 14
18	ζ′ Ориона	2.0	84 25	−1 58
19	κ Ориона	2.2	86 13	−9 41
20	α Ориона (Бетельгейзе)	0.5—1.1	87 58	+7 24
21	β Возничего	2.1	88 46	+44 57
22	β Б. Пса	2.0	95 00	−17 55
23	γ Близнецов	1.9	98 33	+16 27
24	α Б. Пса (Сириус)	1.6	100 37	−16 38
25	ε Б. Пса	1.6	104 03	−28 53
26	δ Б. Пса	2.0	106 20	−26 18
27	η Б. Пса	2.4	110 25	−29 11
28	α Близнецов (Кастор)	1.6	112 41	+32 01
29	α М. Пса (Процион)	0.5	114 02	+5 23
30	β Близнецов (Поллукс)	1.2	115 24	+28 11
31	α Гидры	2.2	141 09	−8 24
32	α Льва (Регул)	1.3	151 17	+12 16
33	β Б. Медведицы (Мирак)	2.4	164 33	+56 43
34	α Б. Медведицы (Дубхе)	2.0	165 00	+62 05
35	β Льва (Денебола)	2.2	176 29	+14 55
36	γ Б. Медведицы	2.5	177 30	+54 02
37	ε Б. Медведицы	1.7	192 50	+56 17
38	ζ′ Б. Медведицы	2.4	200 22	+55 15
39	α Девы (Спика)	1.2	200 30	−10 51
40	η Б. Медведицы	1.9	206 17	+49 37
41	α Волопаса (Арктур)	0.2	213 18	+19 30
42	β М. Медведицы	2.2	222 43	+74 24
43	α Северной Короны (Гемма)	2.3	233 02	+26 55
44	δ Скорпиона	2.5	239 11	−22 27
45	α Скорпиона (Антарес)	1.2	246 25	−26 18
46	α Змееносца	2.1	263 02	+12 36
47	γ Дракона	2.4	268 48	+51 30
48	α Лиры (Вега)	0.1	278 48	+38 44
49	σ Стрельца	2.1	282 52	−26 22
50	α Орла (Альтаир)	0.9	296 57	+8 42
51	γ Лебедя	2.3	305 01	+40 04
52	α Лебедя (Денеб)	1.3	309 50	+45 04
53	ε Пегаса	2.5	325 18	+9 36
54	α Южной Рыбы (Фомальгаут)	1.3	343 34	−29 57

Вспомогательные таблицы

Понижение горизонта

n	Высота полета в м	n	Высота полета в м	n	Высота полета в м
	497		1127		2011
0°40′	522	1°00′	1165	20	2062
41	548	01	1204	21	2114
42	575	02	1243	22	2166
43	602	03	1283	23	2219
44	630	04	1324	24	2272
45	659	05	1365	25	2326
46	688	06	1407	26	2381
47	718	07	1450	27	2437
48	749	08	1493	28	2493
49	780	09	1537	29	2550
50	812	10	1582	30	2607
51	844	11	1627	31	2665
52	877	12	1673	32	2723
53	911	13	1719	33	2782
54	945	14	1766	34	2842
55	980	15	1814	35	2903
56	1016	16	1863	36	2964
57	1052	17	1912	37	3020
58	1089	18	1961	38	3088
59		19		39	3151
				1°40′	3215

Рефракция по наблюденной высоте светил

r \ Высота полета в м	0	1000	2500	3000
	90°00′	90°00′	90°00′	90°00′
0′	62 29	58 47	56 15	53 10
1	34 32	28 44	26 25	24 00
2	20 51	18 05	16 28	14 40
3	15 07	13 00	11 47	10 32
4	11 45	10 08	9 04	8 04
5	9 32	8 07	7 17	6 27
6	7 58	6 45	6 02	5 18
7	6 48	5 43	5 05	4 27
8	5 54	4 55	4 21	3 46
9	5 10	4 16	3 45	3 18
10	4 34	3 44	3 15	2 46
11	4 03	3 17	2 50	2 23
12	3 37	2 54	2 29	2 08
13	3 15	2 34	2 10	1 45
14	2 55	2 16	1 54	1 30
15	2 37	2 01	1 39	1 16

Перевод времени в дугу

	Часы и минуты				часы																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
мин. сек.	градусы и минуты дуги				градусы																				мин. сек.
0	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	0
4	1	16	31	46	61	76	91	106	121	136	151	166	181	196	211	226	241	256	271	286	301	316	331	346	4
8	2	17	32	47	62	77	92	107	122	137	152	167	182	197	212	227	242	257	272	287	302	317	332	347	8
12	3	18	33	48	63	78	93	108	123	138	153	168	183	198	213	228	243	258	273	288	303	318	333	348	12
16	4	19	34	49	64	79	94	109	124	139	154	169	184	199	214	229	244	259	274	289	304	319	334	349	16
20	5	20	35	50	65	80	95	110	125	140	155	170	185	200	215	230	245	260	275	290	305	320	335	350	20
24	6	21	36	51	66	81	96	111	126	141	156	171	186	201	216	231	246	261	276	291	306	321	336	351	24
28	7	22	37	52	67	82	97	112	127	142	157	172	187	202	217	232	247	262	277	292	307	322	337	352	28
32	8	23	38	53	68	83	98	113	128	143	158	173	188	203	218	233	248	263	278	293	308	323	338	353	32
36	9	24	39	54	69	84	99	114	129	144	159	174	189	204	219	234	249	264	279	294	309	324	339	354	36
40	10	25	40	55	70	85	100	115	130	145	160	175	190	205	220	235	250	265	280	295	310	325	340	355	40
44	11	26	41	56	71	86	101	116	131	146	161	176	191	206	221	236	251	266	281	296	311	326	341	356	44
48	12	27	42	57	72	87	102	117	132	147	162	177	192	207	222	237	252	267	282	297	312	327	342	357	48
52	13	28	43	58	73	88	103	118	133	148	163	178	193	208	223	238	253	268	283	298	313	328	343	358	52
56	14	29	44	59	74	89	104	119	134	149	164	179	194	209	224	239	254	269	284	299	314	329	344	359	56
60	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	60

Координаты населенных пунктов

Название	Широта	Долгота от Гринвича
Арзамас	55°23'	43°49'
Балашов	51°38'	43°09'
Батуми	41°40'	41°34'
Бежецк	57°47'	36°42'
Белгород	50°36'	36°35'
Бердичев	49°54'	28°55'
Бобруйск	53°08'	29°15'
Борисов	54°15'	28°31'
Борисоглебск	51°22'	42°04'
Брест	48°24'	4°30'
Брянск	53°15'	34°22'
Варнавин	57°24'	45°05'
Варшава	52°15'	21°01'
Велиж	55°37'	31°12'
Винница	49°14'	28°29'
Витебск	55°12'	30°13'
Владивосток	43°07'	131°53'
Владимир	56° 08'	40°25'
Вологда	59°14'	39°53'
Воронеж	51°41'	39°14'
Вышний-Волочек	57°35'	34°34'
Вязьма	55°13'	34°18'
Гомель	52°25'	31°01'
Горький	56°20'	44°01'
Демьянск	57°38'	32°08'
Дорогобуж	54°55'	36°13'
Житомир	50°16'	28°40'
Иваново	57°00'	40°59'
Иркутск	52°16'	104°17'
Казань	55°47'	49°08'
Калинин	56°52'	35°54'
Калязин	57°14'	37°52'
Калуга	54°30'	36°15'
Каменец Подольск	48°40'	26°36'
Канев	49°45'	31°28'
Касимов	54°56'	41°24'
Кашира	54°50'	38°10'
Киев	50°27'	30°30'
Кинешма	57°27'	42°11'
Кирсанов	52°32'	42°43'
Конотоп	51°14'	33°14'
Кострома	57°46'	40°56'
Краснослободск	54°25'	43°46'
Красноярск	56°01'	92°52'
Кременчуг	49°04'	33°25'
Купянск	49°43'	37°37'
Курск	51°45'	36°12'
Ленинград	59°56'	30°19'
Лепель	54°53'	28°42'
Лукоянов	55°02'	44°30'
Мглин	53°04'	32°51'
Медынь	54°58'	35°51'
Минск	53°54'	27°34'
Могилев	53°54'	30°21'
Мозырь	52°04'	29°16'
Моршанск	53°26'	41°50'
Москва	55° 48'	37°34'
Наровчат	53°52'	43°41'
Невель	56°01'	29°56'
Николаев	46°58'	31°59'
Новгород	58°31'	31°17'
Новоград-Волынский	50°36'	27°38'
Новоржев	57°02'	29°20'
Овруч	51°19'	36°16'
Одесса	46°29'	30°44'
Омск	54°59'	73°22'
Опочка	56°42'	28°40'
Орел	52°58'	36°04'
Орша	54°31'	30°25'
Остров	57°20'	28°22'
Переяславль	50°04'	31°28'
Переяславль-Залесский	56°44'	38°52'
Пирятин	50°15'	32°32'
Порхов	57°46'	29°34'
Проскуров	49°26'	26°59'

Название	Широта	Долгота от Гринвича	Название	Широта	Долгота от Гринвича
Псков	57°49′	28°20′	Сухиничи . . .	54°06′	35°21′
Радомысль . . .	50°30′	29°15′	Тамбов	52°44′	41°28′
Ржов	56°16′	34°21′	Тбилиси	41°42′	44°50′
Рогачев	53°04′	30°06′	Токио	35°39′	139°45′
Ромны	50°45′	33°30′	Торопец	56°29′	31°38′
Рославль	53°56′	32°53′	Торжок	57°03′	34°59′
Ростов	57°11′	39°25′	Тула	54°12′	37°38′
Ростов н/Дону . .	47°13′	39°43′	Ульяновск . . .	54°19′	48°25′
Ряжск	53°42′	40°04′	Хабаровск	48°28′	135°04′
Рязань	54°38′	39°45′	Харьков	50°00′	36°14′
Сасово	54°20′	41°55′	Холм	57°09′	31°11′
Свердловск . . .	56°50′	60°37′	Череповец	59°07′	37°56′
Себеж	56°17′	28°30′	Чериков	53°34′	31°24′
Севастополь . . .	44°37′	33°32′	Чигирин	49°05′	32°40′
Севск	52°09′	34°31′	Чита	52°02′	113°30′
Серпухов	54°55′	37°24′	Чкалов	51°45′	55°07′
Смоленск	54°47′	32°03′	Шацк	54°02′	41°03′
Староконстантинов	49°44′	27°14′	Юрьев-Польский .	56°30′	39°41′
Старый Быхов .	53°32′	30°15′	Юрьевец	57°19′	43°07′
Сураж	53°01′	32°25′	Ярославль	57°37′	39°55′

ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

1. См. рис. 18. 2. См. рис. 19. 3. См. рис. 20 4. См. рис. 21

7.

№ примера	t	δ
1	20° W	45°
2	90° W	15°
3	40° W	0°
4	45° E	20°
5	20° W	—20°

8.

№ примера	A	h
1	120° W	— 5°
2	60° E	60°
3	15° W	25°
4	180° E	50°
5	155° E	10°

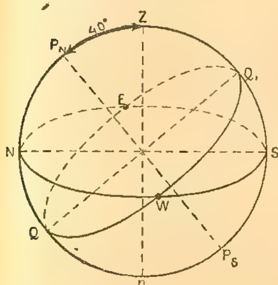


Рис. 18.

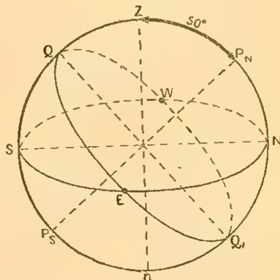


Рис. 19.

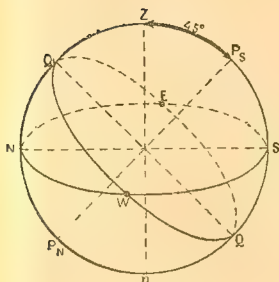


Рис. 20.

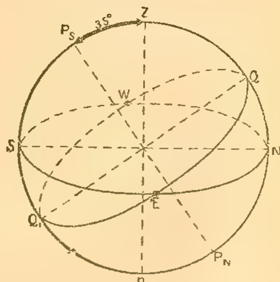


Рис. 21.

9.

№ примера	δ	
1	60°	70°
2	—10°	10°
3	—50°	0°
4	65°	55°
5	55°	60°

10.

№ примера	t	A
1	90° W	105° W
2	30° W	40° W
3	95° W	115° W
4	100° W	135° W
5	75° W	135° W

11.

№ примера	δ	A
1	75°	180°
2	50°	65° W
3	30°	95° E
4	75°	160° E
5	65°	170° W

12.

№ примера	t	h
1	120° E	—10°
2	20° E	50°
3	5° W	80°
4	20° E	60°
5	30° W	60°

13.

№ примера	t	h	A
1	80° E	—5°	75° E
2	90° E	45°	145° E
3	100° W	10°	120° W
4	140° E	0°	150° E
5	50° W	0°	50° W

14. 66°.
15 46°.
16. 12°.
17. 88°43′.
18. 86°36′.
19. 13°26′.
20. 60°.
21. 20°
22. 59°38′.
23. 26°09′.
24. 38°10′.
25. 53°25′.
26. 52°16′.
27. 39°39′.
28. 53°02′.
29. Незаходящая.
30. Для $\varphi > 44°04'$ — незаходящая.
31. Для $\varphi < 27°55'$ — заходящая.
32. 48°28′.
33. 7°24′, Бетельгейзе.
34. 62°05′, Дубхе.
35. $\varphi = 50°$, $\delta = 60°$.
36. $\varphi = 40°$, $\delta = 62°05'$, Дубхе.
37. $\varphi = 50°$, $\delta = 28°11'$, Поллукс.
38 $\varphi = 60°$, $\delta = 38°44'$, Вега.
39. 53°31′.
40. 10°45′.
41. 71°47′ и 24°57′.
42. На полюсе 23°27′, на экваторе 90° и 66°33′.
43. 60°47′.
44. 39°33′.
45. 66°33′.
46. 23°27′.
47. 34°47′, наклон эклиптики 23°54′.
48.
1. 4 ч. 35 м. 48 с.
2. 8 ч. 28 м. 32 с.
3. 23 ч. 29 м. 16 с
4. 16 ч. 38 м. 28 с.
5. 7 ч. 55 м. 00 с.
6. 0 ч. 58 м. 36 с.
7. 13 ч. 11 м. 24 с.
8. 21 ч. 58 м. 48 с.
9. 10 ч. 17 м. 04 с.
10. 5 ч. 59 м. 32 с.

49.
1. 49°34′.
2. 189°07′.
3. 123°11′.
4. 261°01′.
5. 328°42′.
6. 173°34′.
7. 258°15′.
8. 347°12′.
9. 235°05′.
10. 292°03′.

50. 1. 17 ч. 14 м. 27 с.
2. 1 ч. 56 м. 56 с. 23 декабря.
3. 8 ч. 22 м. 36 с.
4. 21 ч. 25 м. 08 с. 30 июля.

51. 1. 14 ч. 46 м. 34 с.
2. 3 ч. 31 м. 30 с.
3. 7 ч. 25 м. 17 с.
4. 20 ч. 53 м. 27 с.

52. 1. 163°05′ W.
2. 34°03′ E.
3. 81°04′ E.
4. 39°32′ W.

53. 1. 3 ч. 09 м. 12 с.
2. 22 ч. 41 м. 01 с. 27 марта.
3. 20 ч. 26 м. 31 с.
4. 2 ч. 50 м. 12 с. 14 сентября.

54. 1. 3 ч. 43 м. 26 с. E.
2. 7 ч. 19 м. 56 с. E.
3. 2 ч. 22 м. 31 с. W.
4. 15 ч. 36 м. 01 с. E.

55. 1. 41°24′ E.
2. 17°11′ E.
3. 34°16′ W.
4. 1°30′ E.

56. 7 ч. 51 м.

57. 21 ч. 26 м.

58. 22 ч. 44 м. 18 мая.

59. 0 ч. 20 м 9 марта.

60. 20 ч. 28 м.

61. 16 ч. 40 м.

62. 1. 1 ч. 44 м. 06 с.
2. 14 ч. 09 м. 24 с.
3. 5 ч. 50 м. 16 с.
4. 12 ч. 12 м. 14 с.

63. 1. 14 ч. 17 м. 06 с.
2. 22 ч. 29 м. 40 с.
3. 5 ч. 41 м. 10 с.
4. 8 ч. 03 м. 02 с.

64. 9 ч. 18 м.

65. 13 ч. 19 м.

66. 18 ч 18 м.

67. 15 ч. 06 м.

68. 11 ч. 27 м.

69. 7 ч. 15 м.

70. 14 ч. 48 м.

71. 11 ч. 48 м.

72. 14 ч. 57 м.

73. 22 ч. 07 м.

74. 8 ч. 10 м.

75. 16 ч. 10 м.

76. 3 ч. 20 м.

77. 10 ч. 41 м.

78. 1. 17 ч. 45 м. 04 с.
2. 21 ч. 26 м. 08 с.
3. 11 ч. 31 м. 16 с.
4. 8 ч. 05 м. 24 с.
5. 21 ч. 32 м. 46 с.

79. 1. 5 ч. 16 м. 15 с. E.
2. 1 ч. 50 м. 10 с. W.
3. 3 ч. 38 м. 42 с. E.
4. 8 ч. 43 м. 25 с. E.
5. 8 ч. 53 м. 08 с. E.

80. 1. 3 ч. 06 м. 53 с.
2. 15 ч. 32 м. 01 с.
3. 8 ч. 46 м. 42 с.
4. 21 ч. 51 м. 25 с.
5. 2 ч. 23 м. 21 с.

81. 49°48′ E.

82. 104°17′ W.

83. 169°33′ E.

84. 91°22′ W.

85. 116°08′ E.

86. 1°23′ W.

87. 123°40′ W.

88. 70°47′ W.

89. 76°09′ W.

90. 175°19′ E.

91. 13 ч. 20 м. 12 с.

92. 12 ч. 35 м. 08 с.

93. 1 ч. 25 м. 00 с.

94. 2 ч. 25 м. 36 с.

95. 16 ч. 53 м. 44 с.

96. 45° E.

97. 7°30′ W.

98. 35°34′ E.

99. 30° E.

100. $t \approx 280°$ W, $S \approx 1$ ч. 40 м.

101. $t \approx 35°$ W, $S \approx 11$ ч. 20 м.

102. $t \approx 230°$ W, $S \approx 6$ ч. 20 м.

103. $t \approx 335°$ W, $\alpha \approx 1$ ч. 20 м.

104. $t \approx 55$ W, $\alpha \approx 18$ ч. 20 м.

105. $t \approx 100°$ W, $\alpha \approx 3$ ч. 20 м.

106. $A \approx 80°$ W, $h \approx 40°$.

107. $A \approx 100°$ E, $h \approx 50°$.

108. $A \approx 105°$ W, $h \approx 15°$.

109. 8 ч. 17 м. 23 с.

110. 9 ч. 37 м. 31 с.

111. 5 ч. 46 м. 38 с.

112. 12 ч. 14 м. 35 с.

113. 9 ч. 47 м. 05 с.

114. 12 ч. 08 м. 43 с.

115. 1 ч. 11 м. 58 с.

116. 9 ч. 44 м. 04 с.

117. 9 ч. 54 м. 33 с.

118. 14 ч. 17 м. 55 с.

119. 5 ч. 49 м. 45 с.

120. 1. 351°11′ W.
2. 276°40′ W.
3. 326°30′ W.
4. 279°38′ W.
5. 268°08′ W.

121. 1. 335°18′ W.
2. 340°02′ W.
3. 83°54′ W.
4. 273°47′ W.
5. 12°23′ W.

122. 1. 278°45′ W.
2. 298°22′ W.
3. 12°33′ W.
4. 106°28′ W.
5. 293°02′ W.

123. 1. 152°11′ W.
2. 100°23′ W.
3. 346°42′ W.
4. 1°56′ W.
5. 241°57′ W.

124. 1. 250°08′ W.
2. 28°00′ W.
3. 192°15′ W.
4. 338°09′ W.
5. 181°54′ W.

125. 1. 167°09′ W.
2. 333°02′ W.
3. 328°32′ W.
4. 249°17′ W.
5. 349°03′ W.

126. 1. 24° W.
2. 62° W.
3. 34° W.
4. 88° W.
5. 1° W.

127. 1. 84° W.
2. 155° E.
3. 18° W.
4. 99° W.
5. 58° W.

128. 1. 141° W.
2. 137° W.
3. 116° E.
4. 156° E.
5. 98° E.

129. 1. 25° W.
2. 140° E.
3. 55° E.
4. 59° E.
5. 98° E.

130. 1. 21°19′.
2. 36°07′.
3. 12°55′.
4. 33°00′.
5. 21°14′.

131. 1. 29°19′.
2. 18°16′.
3. 23°01′.
4. 18°29′.
5. 10°47′.

132. 1. 23°01′.
2. 46°15′.
3. 33°52′.
4. 55°24′.
5. 34°33′.

133. 29°14′.
134. 64°57′.
135. 31°25′.
136. 43°55′.
137. 37°17′.
138. 24°13′.
139. 29°18′.
140. 41°39′.
141. 48°14′.
142. 20°11′.
143. 22°51′.
144. 46°26′.
145. 40°20′.

146. 1. 30° E.
2. 38° W.
3. 115° E.
4. 172° W.
5. 134° E.

147. 1. 94° E.
2. 14° W.
3. 57° E.
4. 17° W.
5. 21° E.

148. 1. См. рис. 22.
2. См. рис. 23.
3. См. рис. 24.
4. См. рис. 25.
5. См. рис. 26.

149. 1. См. рис. 27.
2. См. рис. 28.
3. См. рис. 29.
4. См. рис. 30.
5. См. рис. 31.

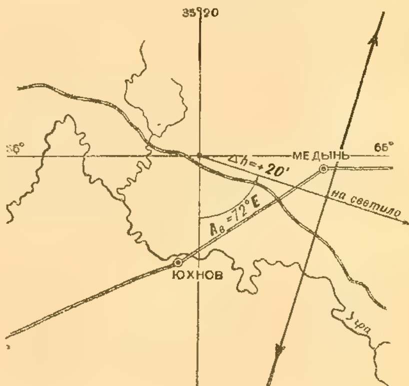


Рис. 22.


36°20'
КЛИН
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
Δh=-16'
ВОЛОКОЛАМСК
56°
56°
ВОСКРЕСЕНСК
на светило
Aв=48° W
ЗВЕНИГОРОД
Москва
36°20'

Рис. 23.

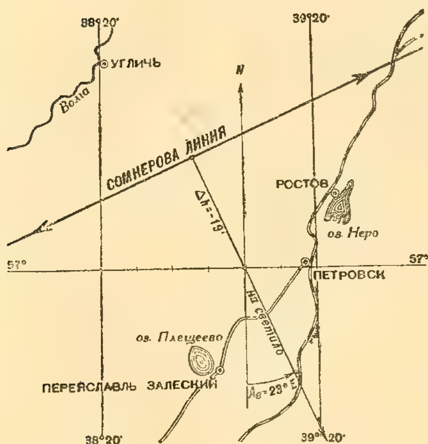

38°20'
39°20'
УГЛИЧЬ
Волга
N
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
Δh=-19'
РОСТОВ
оз. Неро
57°
57°
ПЕТРОВСК
на светило
оз. Плещеево
ПЕРЕЯСЛАВЛЬ ЗАЛЕСКИЙ
Aв=23° E
38°20'
39°20'

Рис. 24.

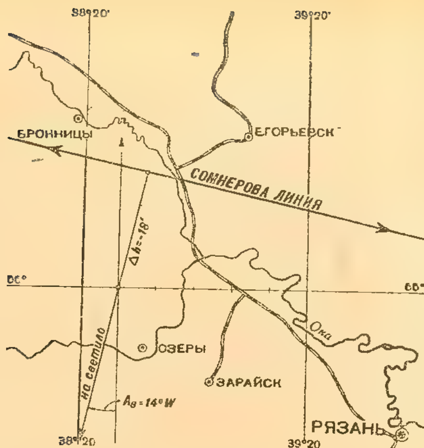

38°20'
39°20'
БРОННИЦЫ
ЕГОРЬЕВСК
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
Δh=-18'
56°
56°
Ока
ОЗЕРЫ
ЗАРАЙСК
на светило
$A_в$=14°W
РЯЗАНЬ
38°20
39°20

Рис. 25.

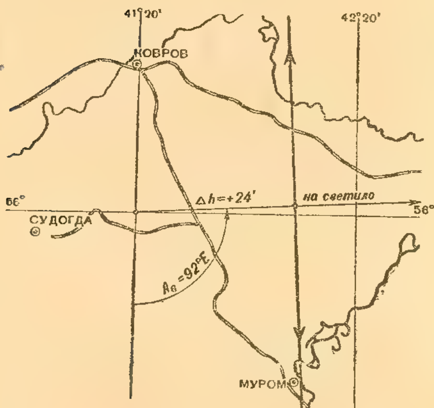
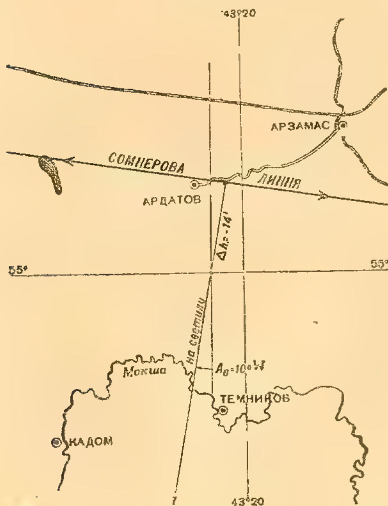

41°20'
42°20'
КОВРОВ
56°
Δh=+24'
на светило
56°
СУДОГДА
$A_в$=92°E
МУРОМ

Рис 26.



34°30'
ст. Песочня
на светило
Δh=+21
54°
54°
A_0=94°W
ЖИЗДРА
Десна
34°30'

Рис. 27.



43°20
АРЗАМАС
СОМНЕРОВА
ЛИНИЯ
АРДАТОВ
Δh=-14'
55°
55°
на светило
A_0=10°W
Мокша
ТЕМНИКОВ
КАДОМ
43°20

Рис. 28.


35°20'
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
ТОРЖОК
57°
57°
КАЛИНИН
Тверца
Волга
СТАРИЦА
на светило
35°20'

Рис. 29.

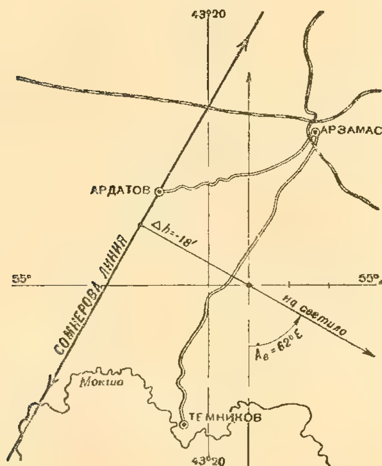

43°20
АРЗАМАС
АРДАТОВ
Δh=-18'
55°
55°
СОМНЕРОВА ЛИНИЯ
на светило
$A_в = 62° E$
Мокша
ТЕМНИКОВ
43°20

Рис. 30.



150

$h_и$ 32°30′	$T_п$ 10 ч. 48 м. 52 с.	K 60°13′
	$-N^ч + \Delta u$ — 1 ч. — 1 м. 40 с.	δ 7°16′
C + 2′		$K - \delta$ 52°57′
r — 1′	$T_{гр}$ 6 ч. 47 м. 12 с.	A 5424
$p +$ —	$T^{\circ}_{гр}$ 101°48′	B 22003
n —1°19′	R 179°32′	
— 1°18′	$t_{гр}$ 281°20′	$A + B$ 27427
	$\lambda_п$ 31°40′ + E / — W	h 31°12′
		$h_в$ 32°08′
$R + \alpha$	$t_м$ 313° W	Δh —56°
α	$t_м$ 47° E	$A_в$ 58° E
	$\varphi_п$ 50°	

151.

$h_и$	30°25′	$T_п$	16 ч. 12 м. 17 с.	K	71°22′
		$-N^ч + \Delta u$	—2 ч. —1 м. 04 с.	δ	21°22′
C	—1′			$K-\delta$	50°00′
r	—1′	$T_{гр}$	14 ч. 11 м. 13 с.	A	10552
p +		$T^{\circ}_{гр}$	212°48′	B	19193
n —		R	180°44′		
	—2′	$t_{гр}$	33°32′	$A+B$	29745
		$\lambda_п$	34°28′ (+E / —W)	h	30°23′
				$h_и$	30°16′
$R+\alpha$		$t_м$	68° W	Δh	+ 7′
α		$t_м$	E	$A_п$	88° W
		$\varphi_п$	48° 43°		

152.

$h_и$	41°10′	$T_п$	9 ч. 22 м. 43 с.	K	45°32′
		$-N^ч + \Delta u$	—5 ч. —2 м. 50 с.	δ	— 2°25′
C	+ 2′			$K-\delta$	47°57′
i	— 1′	$T_{гр}$	4 ч. 19 м. 53 с.	A	399
p +		$T^{\circ}_{гр}$	64°58′	B	17407
n —		R	182°25′		
	+ 1′	$t_{гр}$	247°23′	$A+B$	17806
		$\lambda_п$	101°37′ (+E / —W)	h	41°11′
				$h_и$	41°35′
$R+\alpha$		$t_м$	349° W	Δh	— 24′
α		$t_м$	11° E	$A_п$	14° E
		$\varphi_п$	45°		

$h_н$	11°30′	$T_н$	11 ч. 13 м. 09 с.	K	58°29′
		$-N^ч + \Delta u$	—2 ч. +3 м. 11 с.	δ	—21°51′
C	4′			$K-\delta$	80°20′
r	—3′	$T_{гр}$	9 ч. 16 м. 20 с.	A	223
$p+$		$T^{\circ}_{гр}$	139°05′	B	77491
n	—1°34′	R	182°43′		
	—1°33′	$t_{гр}$	321°48′	$A+B$	77714
		$\lambda_н$	27°12′ +E —W	h	9°57′
				$h_н$	9°37′
$R+\alpha$		$t_н$	349° W	Δh	+20′
α		$t_м$	11° E	$A_н$	10° E
		$\varphi_н$	58°		

154.

$h_н$	23°50′	$T_н$	16 ч. 42 м. 12 с.	K	85°24′
		$-N^ч + \Delta u$	—8 ч. —1 м. 08 с.	δ	23°17′
C	—3′			$K-\delta$	62°07′
r	—2′	$T_{гр}$	8 ч. 41 м. 04 с.	A	6107
$p+$		$T^{\circ}_{гр}$	130°16′	B	33006
n		R	179°58′		
	—5′	$t_{гр}$	310°14′	$A+B$	39113
		$\lambda_н$	131°46′ +E —W	h	23°45′
				$h_н$	23°58′
$R+\alpha$		$t_м$	82° W	Δh	—13′
α		$t_н$	E	$A_н$	95° W
		$\varphi_н$	60°		

155. $\Delta h = +12'$;
$A_в = 63°$ W.

156. $\Delta h = -24'$;
$A_в = 91°$ W.

157. $\Delta h = -32'$;
$A_в = 10°$ E.

158. $\Delta h = +20'$;
$A_в = 2°$ W.

159. $\Delta h = +26'$;
$A_в = 6°$ W.

160. $\Delta h = +17'$;
$A_в = 31°$ W.

161. $\Delta h = +14'$;
$A_в = 6°$ E.

162. $\Delta h = -8'$;
$A_в = 30°$ E.

163. $\Delta h = +14'$.
$A_в = 70°$ W.

164. $\Delta h = -18'$;
$A_в = 22°$ W.

165. $\Delta h = +7'$;
$A_в = 74°$ W.

116.

$h_н$ 26°13′	$T_п$ 4 ч. 30 м. 52 с. $-N^ч + \Delta u$ —3 ч. —1 м. 40 с.	K 64°02′ δ 10°27′
C —2′ r —2′ p +51′ n —	$T_{гр}$ 1 ч 29 м. 12 с. $T^o_{гр}$ 22°18′ R 236°42′	$K - \delta$ 53°35′ A 12003 B 22647
+47′ $R + \alpha$ α	$t_{гр}$ 251°00′ $\lambda_п$ 46°00′ +E −W $t_м$ 297° W $t_м$ 63° E $\varphi_п$ 43°	$A + B$ 34650 h 27°00′ $h_в$ 26°46′ Δh +14′ $A_в$ 78° E

167.

$h_и$ 11°00′	$T_и$ 3 ч. 20 м. 10 с. $-N^ч + \Delta u$ — 8 ч. +3 м. 07 с.	K 74°31′ δ —0°22′
C +2′ r — 3′ p +58′ n —	$T_{гр}$ 19 ч. 23 м. 17 с. $T^{☉}_{гр}$ 290°49′ R 259°14′	$K-\delta$ 74°53′ A 9346 B 58372
+57′	$t_{гр}$ 190°03′	$A+B$ 67718 h 11°57′ $h_в$ 12°08′
	$\lambda_и$ 99°57′ +E / —W	
$R+\alpha$ α	$t_м$ 290° W $t_м$ 70° E	Δh 11′ $A_в$ 74° E
	$\varphi_и$ 51°	

168. $\Delta h = -55'$; $A_в = 26°$ E.

169. $\Delta h = -17'$; $A_в = 54°$ E.

170. $\Delta h = +2'$; $A_в = 11°$ W.

171.

$h_и$ 25°15′	$T_и$ 22 ч. 50 м. 30 с. $-N^ч + \Delta u$ — 3 ч. +2 м. 10 с.	K 48°09′ δ —16°38′
C +2′ r — 2′ p + n —	$T_{гр}$ 19 ч. 52 м. 40 с. $T^{☉}_{гр}$ 298°10′ R 17°42′	$K-\delta$ 64°47′ A 107 B 37055
0	$t_{гр}$ 315°52′	$A+B$ 37162 h 25°15′ $h_в$ 25°09′
	$\lambda_и$ 50°08′ +E / —W	
$R+\alpha$ 118°19′ α 100°37′	$t_м$ 6° W $t_м$ E	Δh +06′ $A_в$ 6° W
17°42′	$\varphi_и$ 48°	

172.

$h_{и}$ 53°46′	$T_{п}$ 3 ч. 17 м. 48 с. $-N^{ч}+\Delta u$ −9 ч. +2 м. 17 с.	K 43°21′ δ 7°24′
C −1′ r −1′ p + n −	$T_{гр}$ 18 ч. 20 м. 05 с. $T^{\circ}_{гр}$ 275°01′ E 296°24′	$K \sim \delta$ 35°57′ A 286 B 9177
−2′ $R+\alpha$ 24°22′ α 87°58′ 296°24′	$t_{гр}$ 211°25′ $\lambda_{п}$ 139°35′ + E − W $t_{м}$ 351° W $t_{м}$ 9° E $\varphi_{п}$ 43°	$A+B$ 9463 h 53°46′ $h_{в}$ 53°32′ Δh +14′ $A_{в}$ 14° E

173. $\Delta h = -10'$; $A_{в} = 74°$ W.

174. $\Delta h = +15'$. $A_{в} = 82°$ E.

175. $\Delta h = -13'$; $A_{в} = 20°$ W.

176. $\Delta h = +27'$; $A_{в} = 140°$ W.

177. $\Delta h = -30'$; $A_{в} = 106$ W.

178. $\Delta h = +24'$; $A_{в} = 65°$ W.

179. $\Delta h = -10'$. $A_{в} = 62°$ E.

180. $\Delta h = +13'$; $A_{в} = 99°$ E.

181. $\Delta h = +18'$; $A_{в} = 75°$ E.

182. $\Delta h = -20'$; $A_{в} = 61°$ E.

183.

$h_н$ 15°05′	$T_п$ 5 ч. 09 м. 08 с. $-N^ч+\Delta u$ —5 ч. —0 м. 07 с.	K 92°36′ δ 22°18′
C —3′ r —2′ $p+$ $n-$	$T_{гр}$ 0 ч. 09 м. 01 с. $T^\circ_{гр}$ 2°15′ R 190°21′	$K-\delta$ 70°18′ A 12176 B 47225
—5′ $R+\alpha$ α	$t_{гр}$ 192°36′ $\lambda_п$ 74°24′ +E / —W $t_м^-$ 267° W $t_м$ 93° E	$A+B$ 59401 h 15°00′ $h_в$ 14°45′
	$\varphi_п$ 49°	Δh +15′ $A_в$ 106° E

184. $\Delta h = -20'$;
$A_в = 5°$ E.

185. $\Delta h = +27'$;
$A_в = 60°$ E.

186. 1. 57°51′.
2. 53°58′.
3. 54°34′.
4. 54°48′.
5. 46°47′.

187.

Звезды	Вега	Полярная	$T_{гр}$	23 ч. 52 м. 28 с.
$h_н$	55°28′	57°30′	$R+\alpha$	13 ч. 56 м. 36 с.
C	+2′	+2′	Местное звездное время	15 ч. 36 м. 30 с.
$h_{ист}$	55°30′	57°32′	Гринвичское звездное время	13 ч. 49 м. 04 с.
$T_п$	1 ч. 50 м. 15 с.		Долгота	1 ч. 47 м. 26 с.
$-N^ч+\Delta u$	—2 ч. +2 м. 13 с.		Широта	58°30′

188.

Звезды	Вега	Полярная	$T_{гр}$	18 ч. 19 м. 50 с.
$h_н$	32°22′	53°47′	$R+\alpha$	15 ч. 02 м. 42 с.
C	+3′	+3′	Местное звездное время	12 ч. 47 м. 00 с.
$h_{ист}$	32°25′	53°50′	Гринвичское звездное время	9 ч. 22 м. 32 с.
$T_п$	0 ч. 15 м. 47 с.		Долгота	3 ч. 24 м. 28 с.
$-N^ч+\Delta u$	—6 ч. +4 м. 03 с.		Широта	54°50′

189.

Звезды	Вега	Полярная	$T_{гр}$	19 ч. 41 м. 30 с.
$h_н$	37°16′	55°41′	$R+\alpha$	1 ч. 37 м. 41 с.
C	—1′	—1′	Местное звездное время	23 ч. 46 м. 00 с.
$h_{ист}$	37°15′	55°40′	Гринвичское звездное время	21 ч. 19 м. 11 с.
$T_п$	22 ч. 40 м. 20 с.		Долгота	2 ч. 26 м. 49 с.
$-N^ч+\Delta u$	—3 ч. +1 м. 10 с.		Широта	54°50′

190.

Звезды	Арктур	Полярная	$T_{гр}$	21 ч. 10 м. 10 с.
$h_н$	33°40′	56°24′	$R + \alpha$	10 ч. 35 м. 05 с.
C	—4′	—4′	Местное звездное время	10 ч. 20 м. 40 с.
$h_{ист}$	33°36′	56°20′	Гринвичское звездное время	7 ч. 45 м. 15 с.
$T_н$	23 ч. 15 м. 12 с.		Долгота	2 ч. 35 м. 25 с.
$-N^ч + \Delta u$	—2 ч. —5 м. 02 с.		Широта	56°47′

191. Долгота 4 ч. 41 м. 07 с., широта 58°30′.

192. Долгота 7 ч. 44 м. 50 с., широта 56°36′.

193. Долгота 3 ч. 38 м. 25 с., широта 54°32′.

194. Долгота 4 ч. 17 м. 31 с., широта 58°27′.

195. Долгота 1 ч. 05 м. 49 с., широта 55°28′.

196. Долгота 9 ч. 34 м. 35 с., широта 54°07′.

197. Долгота 1 ч. 01 м. 22 с., широта 58°25′.

198. Долгота 6 ч. 04 м. 39 с., широта 54°40′.

199. Долгота 5 ч. 18 м. 53 с., широта 57°50′.

200. Долгота 5 ч. 21 м. 21 с., широта 53°48′.

201. Долгота 9 ч. 45 м. 12 с., широта 60°20′.

202. Долгота 3 ч. 32 м. 33 с., широта 51°45′.

203. Долгота 3 ч. 38 м. 34 с., широта 54°32′.

204. Долгота 4 ч. 03 м. 23 с., широта 57°40′.

205. Долгота 3 ч. 02 м. 06 с., широта 52°08′.

206. Долгота 8 ч. 07 м. 37 с., широта 53°.

207. Долгота 1 ч. 20 м. 40 с., широта 56°10′.

208. Долгота 4 ч. 44 м. 26 с., широта 57°36′.

209. Долгота 2 ч. 55 м. 34 с., широта 56°15′.

210. Долгота 10 ч. 53 м. 19 с., широта 54°40′.

211. Долгота 2 ч. 48 м. 41 с., широта 51°37′.

212. Долгота 2 ч. 08 м. 01 с., широта 58°27′.

213. Долгота 6 ч. 41 м. 51 с., широта 54°30′.

Время в часах	6	7	8	9	10
$t_м$	94° E	79° E	64° E	49° E	34° E
K	92°36′	82°56′	74°07′	66°35′	61°42′
δ	23°27′	23°27′	23°27′	23°27′	23°27′
$K-\delta$	69°09′	59°29′	50°40′	43°28′	38°15′
A	7597	7310	5949	4019	2114
B	44864	29432	19803	13920	10496
$A+B$	52461	36742	25752	17939	12610
$h_{выч}$	17°23′	25°25′	33°33′	41°25′	48°25′
A	106° E	94° E	80° E	66° E	50° E
$h_{вид}$	17°25′	25°26′	33°34′	41°26′	48°26′

215.

Время в часах	11	12	13	14	15
$t_м$	1° E	14° W	29° W	44° W	59° W
K	55°00′	55°48′	58°31′	63°16′	70°10′
δ	22°05′	22°05′	22°04′	22°04′	22°04′
$K-\delta$	32°55′	33°43′	36°27′	41°12′	48°06′
A	2	422	1748	3754	6009
B	7600	7998	9454	12354	17533
$A+B$	7602	8420	11202	16108	23542
$h_{выч}$	57°05′	55°28′	50°35′	43°38′	35°34′
A	1° E	22° W	44° W	62° W	76° W
$h_{вид}$	57°05′	55°29′	50°36′	43°39′	35°35′

216.

Время в часах	9	10	11	12	13
$t_м$	53° E	38° E	23° E	8° E	7° W
K	68°39′	62°54′	59°08′	57°15′	57°12′
δ	3°45′	3°44′	3°43′	3°43′	3°42′
$K-\delta$	64°54′	59°10′	55°25′	53°32′	53°30′
A	4554	2590	1007	125	96
B	37243	29027	24595	22595	22561
$A+B$	41797	31617	25602	22720	22657
$h_{выч}$	22°27′	28°52′	33°41′	36°21′	36°25′
A	59° E	44° E	28° E	10° E	8° W
$h_{вид}$	22°29′	28°53′	33°42′	36°22′	36°26′

217.

Время в часах	7	8	9	10	11
$t_м$	78° E	63° E	48° E	33° E	18° E
K	82°01′	72°58′	65°13′	60°30′	57°19′
δ	12°53′	12°53′	12°54′	12°55′	12°56′
$K-\delta$	69°08′	60°05′	52°49′	47°35′	44°23′
A	7719	6196	4117	2114	658
B	44831	30213	21870	17101	14589
$A+B$	52550	36409	25987	19215	15247
$h_{выч}$	17°21′	25°37′	33°21′	39°59′	44°45′
A	87° E	74° E	60° E	43° E	24° E
$h_{вид}$	17°23′	25°38′	33°22′	40°00′	44°46′

218.

Время в часах	11	12	13	14	15
A	13° E	2° W	17° W	31° W	46° W
$h_{вид}$	18°56′	19°47′	18°21′	14°48′	9°27′

219

Время в часах	11	12	13	14	15
A	29° E	13° E	4° W	22° W	38° W
$h_{вид}$	28°52′	31°53′	32°29′	30°36′	26°29′

220.

Время в часах	10	11	12
A	40° E	26° E	12° E
$h_{вид}$	13°43′	18°49′	21°49′

221.

Время в часах	6	7	8	9	10
A	105° E	94° E	82° E	68° E	52° E
$h_{вид}$	11°22′	20°37′	30°03′	39°13′	47°30′

222.

Время в часах	12	13	14	15	16
A	6° E	13° W	32° W	49° W	64° W
$h_{вид}$	43°29′	42°59′	39°39′	34°06′	27°01′

223.

Время в часах	11	12	13
A	18° E	3° E	12° W
$h_{вид}$	17°11′	18°46′	18°04′

№ задачи \ Ответы	Поясное время	Местное звездное время
224	0 ч. 00 м. 0 ч. 30 м. 1 ч. 00 м. и т. д.	12 ч. 16 м. 42 с. 12 ч. 46 м. 47 с. 13 ч. 16 м. 52 с.
225	22 ч. 00 м. 22 ч. 30 м. 23 ч. 00 м. и т. д.	18 ч. 10 м. 03 с. 18 ч. 40 м. 08 с. 19 ч. 10 м. 13 с.
226	1 ч. 00 м. 1 ч. 30 м. 2 ч. 00 м. и т. д.	1 ч. 18 м. 38 с. 1 ч. 48 м. 43 с. 2 ч. 18 м. 48 с.
227	2 ч. 00 м. 2 ч. 30 м. 3 ч. 00 м. и т. д.	9 ч. 37 м. 51 с. 10 ч. 07 м. 56 с. 10 ч. 38 м. 01 с.
228	0 ч. 00 м. 0 ч. 30 м. 1 ч. 00 м. и т. д.	9 ч. 55 м. 10 с. 10 ч. 25 м. 15 с. 10 ч. 55 м. 20 с.
229	2 ч. 00 м. 2 ч. 30 м. 3 ч. 00 м. и т. д.	2 ч. 30 м. 17 с. 3 ч. 00 м. 22 с 3 ч. 30 м. 27 с.
230	21 ч. 00 м. 21 ч. 30 м. 22 ч. 00 м. и т. д.	2 ч. 05 м. 34 с. 2 ч. 35 м. 39 с. 3 ч. 05 м. 44 с.
231	0 ч. 00 м. 0 ч. 30 м. 1 ч. 00 м. и т. д.	14 ч. 30 м. 45 с. 15 ч. 00 м. 50 с. 15 ч. 30 м. 55 с.
232	0 ч. 00 м. 0 ч. 30 м. 1 ч. 00 м. и т. д.	21 ч 36 м. 29 с. 22 ч. 06 м. 34 с. 22 ч. 36 м. 39 с.
233	1 ч. 00 м. 1 ч. 30 м. 2 ч. 00 м. и т. д.	11 ч. 58 м. 21 с. 12 ч. 28 м. 26 с. 12 ч. 58 м. 31 с.

234. $\Delta h = +40'$;
$A_в = 15° W$.
Уклонение вправо 20—30 *км*.

235. $\Delta h = +20'$;
$A_в = 22° W$.
Расстояние до Иваново 40 *км*.

236. $\Delta h = +43'$;
$A_в = 90° W$.
Уклонение вправо 50 *км*.

237. $\Delta h = +43'$;
$A_в = 52° E$.
Линия фронта пройдена.

238. $\Delta h = +08'$;
$A_в = 87° W$.
Железная дорога пройдена.

239. $\Delta h = -15'$;
$A_в = 106 E$.
Река Ока не пройдена.

240. $\Delta h = -11'$;
$A_в = 47° E$.
Уклонение влево 20—25 *км*.

241. $\Delta h = -32'$;
$A_в = 6° W$.
Самолет над Ярославлем.

242. $\Delta h = +6'$;
$A_в = 86° E$.
Уклонение влево 15—25 *км*.

243. $\Delta h = -10'$;
$A_в = 6° W$.
Уклонение влево 15—20 *км*.

244. $\Delta h = +36'$;
$A_в = 90° W$.
Железная дорога
Нежин — Пирятин — Золотоноша.

245. $\Delta h = -23'$;
$A_в = 26° E$.
Самолет в 10 *км* от Гомеля.

246. $\Delta h = -22'$;
$A_в = 102 E$.
На расстоянии 70 *км* от Иваново.

247. $\Delta h = +12'$;
$A_в = 26° E$.
На расстоянии 25 *км* от г. Калинин.

248. $\Delta h = 0$;
$A_в = 48°$ W.
Линия фронта не пройдена.

249. Луна
$\Delta h = +38'$;
$A_в = 89°$ E.
Солнце
$\Delta h = -19'$;
$A_в = 1°$ E.
РМ — Лавровка.

250. Солнце
$\Delta h = -17'$;
$A_в = 17°$ W.
Луна
$\Delta h = +47'$;
$A_в = 83°$ E.
РМ — Маклак.

251. Солнце
$\Delta h = -3'$;
$A_в = 10°$ W.
Луна
$\Delta h = -40'$;
$A_в = 94°$ E.
РМ—Пановы-Кусты.

252. Солнце
$\Delta h = -27'$;
$A_в = 8°$ E.
Луна
$\Delta h = -41'$;
$A_в = 64°$ W.
РМ — $\varphi = 51°30'$; $\lambda = 40°50'$.

253. Солнце
$\Delta h = +33'$;
$A_в = 41°$ E.
Луна
$\Delta h = +24'$;
$A_в = 28°$ W.
РМ — Демьяновка.

254. Солнце
$\Delta h = +50'$;
$A_в = 20°$ E.
Луна
$\Delta h = +41'$;
$A_в = 36°$ W.
РМ — Юшкова.

255. Солнце
$\Delta h = +23'$;
$A_в = 22°$ W.
Луна
$\Delta h = +16'$;
$A_в = 66°$ E.
РМ — Хрипново.

256.

Солнце

$h_с$ 26°47′	$T_п$ 9 ч. 46 м. 31 с.	K 58°11′
	$-N^ч + \Delta u$ −3 ч. +4 м. 28 с.	δ −2°51′
C −1′		$K-\delta$ 61°02′
r −1′	$T_{гр}$ 6 ч. 50 м. 59 с.	A 3880
ρ +	$t^{\circ *}_{гр}$ 102°45′	B 31488
n —	R 177°37′	
−2′	$t_{гр}$ 280°22′	$A+B$ 35368
	$\lambda_н$ 39°38′ +E −W	h 26°45′
		$h_в$ 26°17′
$R+\alpha$	$t_м$ 320° W	Δh +28′
α	$t_м$ 40° E	$A_в$ 46° E
	$\varphi_п$ 51°	

$h_и$ 13°00′	$T_в$ 9 ч. 46 м. 31 с.	K 56°27′
	$-N^т+\Delta u$ — 3 ч. + 4 м. 28 с.	δ — 18°49′
C — 1′		$K-\delta$ 75°16′
r — 3′	$T_{гр}$ 6 ч. 50 м. 59 с.	A 3032
p + 53′	$T^{\circ}_{гр}$ 102°45′	B 59462
n —	R 252°26′	
+ 49′	$t_{гр}$ 355°11′	$A+B$ 62494
	$\lambda_в$ 39°49′ + E — W	h 13°49′
		$h_в$ 13°43′
$R+\alpha$	$t_м$ 35° W	Δh + 6′
α	$t_м$ E	$A_п$ 34° W
	$\varphi_п$ 51°	

РМ — Ливенка.

257. Солнце — Луна
$\Delta h = -16'$; $\Delta h = -18'$;
$A_п = 60°$ E. $A_в = 32°$ W.
РМ — Умет.

258. Солнце — Луна
$\Delta h = -36'$; $\Delta h = +10'$;
$A_в = 66°$ E. $A_п = 33°$ W.
РМ — Пархоновка

259. Арктур — Поллукс
$\Delta h = +5'$; $\Delta h = -19'$;
$A_в = 38°$ E. $A_в = 95°$ W.
РМ — Шибенное.

260. Регул — Альдебаран
$\Delta h = -16'$; $\Delta h = -32'$;
$A_в = 24°$ E. $A_в = 82°$ W.
РМ — Войтово.

261. Денебола — Капелла
$\Delta h = +24'$; $\Delta h = +13'$;
$A_в = 10°$ E. $A_в = 124°$ W.
РМ — Каменный Брод.

262. Регул — Бетельгейзе
$\Delta h = +17'$; $\Delta h = -5'$;
$A_в = 62°$ E. $A_в = 24°$ W.
РМ — Ерковцы.

263. Альтаир — Арктур
$\Delta h = +7'$; $\Delta h = +24'$;
$A_в = 46°$ E. $A_в = 68°$ W.
РМ — Бараши.

264. Венера — Луна
$\Delta h = +24'$; $\Delta h = -11'$;
$A_в = 100°$ E. $A_в = 5°$ E.
РМ — Дербино.

265. Марс — Луна
$\Delta h = +22'$; $\Delta h = -9'$;
$A_п = 46°$ W. $A_в = 86°$ E.
РМ — Рябшево.

266. Юпитер — Луна
$\Delta h = +9'$; $\Delta h = -23'$;
$A_в = 16°$ W. $A_в = 55°$ W.
РМ — Песчанка.

267. Марс — Луна
$\Delta h = -27'$; $\Delta h = +28'$;
$A_в = 14°$ E. $A_в = 80°$ E.
РМ — Жукопа.

268. Венера — Луна
$\Delta h = +4'$; $\Delta h = +6'$;
$A_в = 70°$ E. $A_в = 28°$ W.
РМ — ст. Дротунь.

269. $\varphi = 54°00'$; уклонение 23 км к югу от Тулы.

270. $\varphi = 55°30'$; 55 км южнее железной дороги.

271. $\varphi = 55°10'$; 13 км севернее маршрута.

272. $\varphi = 56°20'$; железная дорога пройдена.

273. $\varphi = 55°50'$; железная дорога не пройдена.

274. $\Delta h = -38'$;
$A_в = 68°$ W.
Широта по Полярной 55°32′.
РМ — Пономари.

275. $\Delta h = +8'$;
$A_в = 80°$ W.
Широта по Полярной 54°36′.
РМ — Лисичино.

276. $\Delta h = -7'$;
$A_в = 92°$ E.
Широта по Полярной 56°16′.
РМ — Межуево.

277. $\Delta h = -3'$;
$A_в = 112°$ E.
Широта по Полярной 56°08′.
РМ — Выдачи.

278. $\Delta h = -25'$;
$A_в = 70°$ E.
Широта по Полярной 53°50′.
РМ — Щежер.

279. $\varphi = 53°20'$, $\lambda = 32°15'$.
280. $\varphi = 56°24'$, $\lambda = 35°05'$.
281. $\varphi = 54°25'$, $\lambda = 37°$.
282. $\varphi = 57°53'$, $\lambda = 48°30'$.
283. $\varphi = 54°20'$, $\lambda = 31°30'$.
284. $\varphi = 53°20'$, $\lambda = 33°25'$.
285. $\varphi = 55°15'$, $\lambda = 32°15'$.
286. $\varphi = 56°10'$, $\lambda = 34°45'$.
287. $\varphi = 51°55'$, $\lambda = 32°10'$.
288. $\varphi = 56°45'$, $\lambda = 30°$.
289. Уклонение влево 45 *км*.
290. Уклонение вправо 40 *км*.
291. Железная дорога пройдена.
292. Уклонение вправо 30—50 *км*.
293. Уклонение влево 40—60 *км*.
294. Железная дорога пройдена.
295. Уклонение влево 50—70 *км*.
296. Железная дорога не пройдена.
297. Железная дорога не пройдена.
298. Река Ока пройдена.

299. $\Delta h = +31'$;
$A_в = 36°$ W.
РМ — Ежина.

300. $\Delta h = +22'$;
$A_в = 14°$ E.
РМ — Манушкин.

301. $\Delta h = -21'$;
$A_в = 36°$ W.
РМ — Лебединец.

302. $\Delta h = +6'$;
$A_в = 18°$ E.
РМ — Маковье.

303. $\Delta h = +18'$;
$A_в = 32°$ E.
РМ — Беленево.

304. $\Delta h = +11'$;
$A_в = 83°$ W.
РМ — Троицкая.

305. $\Delta h = +7'$;
$A_в = 90°$ W.
РМ — Иванов.

306. $\Delta h = -13'$;
$A_в = 75°$ E.
РМ — Солотча.

307. $\Delta h = +14'$;
$A_в = 35°$ W.
РМ — Савичи.

308. $\Delta h = -47'$;
$A_в = 3°$ W.
РМ — Чабусы.

309. $\Delta h = +8'$;
$A_в = 0°$.
РМ — Холмы.

310. $\Delta h = -16'$;
$A_в = 18°$ E.
РМ — Веледники.

311. $\Delta h = +47'$;
$A_в = 81°$ E
РМ — Мартыново.

312. $\Delta h = -17'$;
$A_в = 14°$ W.
РМ — 20 *км* к югу от Юрьев-Польский.

313. $\Delta h = -38'$;
$A_в = 90°$ W.
РМ — Кадый.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр

Глава I. **Определение координат светила**

Глава II. **Счисление времени**

Глава III. **Расчет и прокладка сомнеровых линий**

Глава IV. **Определение широты и долготы места**

Глава V. **Способы предварительных астрономических вычислений**

Стр.

Глава VI. Применение астроориентировки в полете